

Univerzita Karlova v Praze  
Pedagogická fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Kateřina Kadlecová

Univerzita Karlova v Praze  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Mikrobiologický projekt s využitím diskové difuzní metody pro 2.  
stupeň ZŠ**

Microbiological Project Using the Disc Diffusion Method for Lower  
Secondary School

Bc. Kateřina Kadlecová

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.  
Studijní program: Učitelství pro střední školy (N7504)  
Studijní obor: N BI-VZ (7504T214, 7504T303)

2015

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Mikrobiologický projekt s využitím diskové difuzní metody pro 2. stupeň ZŠ vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 15.7. 2015

.....

podpis

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Lence Pavlasové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce. Dále pak všem členům Katedry biologie a environmentálních studií a své rodině za jejich podporu v průběhu celého studia.

## **Mikrobiologický projekt s využitím diskové difuzní metody pro 2. stupeň ZŠ**

### **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá projektovým vyučováním a jeho funkčním zapojením do struktury české didaktické teorie i praxe. Poukazuje na projektové vyučování jako na inovativní proces, jenž je kvalitativně schopen zaštitit kladené požadavky RVP a jehož realizace napomáhá k rozvoji vzdělávacích cílů a klíčových kompetencí. Diplomová práce obsahuje, jak teoretická východiska, která jsou vypracována s pomocí studia odborné literatury a dalších zdrojů s cílem shrnout současný stav poznání dané problematiky, tak část praktickou. Teoretická východiska kladou důraz nejen na charakteristiku projektového vyučování jako takového, ale také na vhodnou aplikaci této vzdělávací strategie v učebním procesu. Konkrétně jsou zmiňovány možnosti uplatnění projektového vyučování ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie. Na teoretická východiska navazuje část praktická, která přesouvá teorii projektového vyučování do praxe. Je zde konstruován konkrétní projekt s názvem „Síla antibiotik“, který je následně realizován a reflektován. Podrobně je popsán průběh plánování, realizace a vyhodnocení projektu.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** projektové vyučování, školní projekt, disková difuzní metoda, antibiotické disky

# **Microbiological Project Using the Disc Diffusion Method for Lower Secondary School**

## **ABSTRACT**

This thesis deals with project-based education and his involvement in the functional structure of the czech educational theory and practice. It refers to the project as an innovative teaching process, which is qualitatively able to shield asked RVP requirements and the implementation of which contributes to the development of educational goals and core competencies. This thesis contains both theoretical aspects are developed through the study of literature and other sources in order to summarize the current state of knowledge of the subject, so practical. Theoretical bases emphasize not only on the characteristics of project-based education as such, but also on the appropriate application of educational strategies in the learning process. Specifically mentioned are possibilities of project-based teaching in the teaching of natural history, biology and ecology. The theoretical background followed by the practical part, which shifts the theory of project learning into practice. There is particular designed a project called "Strength of antibiotics", which is then implemented and reflected. Is described in detail during the planning, implementation and evaluation of the project.

**KEYWORDS:** project-based education, school project, disc diffusion method, antibiotic discs

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA .....</b>	<b>11</b>
2.1 PROJEKTOVÉ VYUČOVÁNÍ V HISTORICKÉM KONTEXTU .....	11
2.2 PROJEKTOVÉ VYUČOVÁNÍ .....	13
2.2.1 Charakteristika projektového vyučování jako specifické vzdělávací strategie.....	14
2.2.2 Projekt .....	17
2.2.2.1 Typologie projektů .....	19
2.2.3 Projektová metoda.....	20
2.3 KONSTRUKCE PROJEKTOVÉHO VYUČOVÁNÍ .....	22
2.3.1 Příprava projektu .....	23
2.3.2 Realizace projektu .....	24
2.3.3 Hodnocení projektu .....	27
2.4 VÝZNAM A ÚSKALÍ PROJEKTOVÉHO VYUČOVÁNÍ .....	28
2.5 ŠKOLNÍ PROJEKTY VE VÝUCE PŘÍRODOPISU, BIOLOGIE A EKOLOGIE .....	31
2.5.1 Badatelsky orientované vyučování .....	32
2.6. MIKROBIOLOGIE .....	34
2.6.1 Postavení bakterií v živé přírodě.....	35
2.6.2 Růst a množení bakterií.....	37
2.7 VYŠETŘOVACÍ METODY V MIKROBIOLOGII .....	39
2.7.1 Disková difuzní metoda .....	40
2.7.1.1 <i>Senzibilita mikroorganismů a bakteriální rezistence</i> .....	42
2.7.1.2 <i>Antibiotika</i> .....	43
<b>3 PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>47</b>
3.1 PŘÍPRAVA PROJEKTU .....	47
3.1.1 Základní charakteristika projektu.....	47
3.1.2 Příprava výukových materiálů .....	55
3.1.2.1 <i>Příprava pedagoga na vyučování včetně přípravy na výklad</i> .....	55
3.1.2.2 <i>Pracovní postup pro žáky</i> .....	57
3.1.2.3 <i>Záznamový arch skupiny</i> .....	60

3.1.3	Ověření citlivosti mikroorganismů na ATB.....	61
3.1.4	Příprava na hodnocení projektu .....	68
3.1.4.1	Úroveň vypracování pracovní listu skupinou .....	69
3.1.4.2	Prezentace výsledků žáky .....	71
3.1.4.3	Myšlenková mapa.....	72
3.2	REALIZACE PROJEKTU .....	75
3.2.1	Ověření projektu ve výuce – 1. projektová hodina .....	76
3.2.2	Ověření projektu ve výuce – 2. projektová hodina .....	80
3.2.3	Ověření projektu ve výuce – 3. projektová hodina .....	84
3.3	VYHODNOCENÍ PROJEKTU .....	90
3.3.1	Ověření projektu ve výuce – 4. projektová hodina .....	90
<b>4</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>96</b>
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>100</b>
<b>6</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>104</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>105</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM GRAFŮ A OBRÁZKŮ .....</b>	<b>106</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>108</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>112</b>
10.1	ZÁZNAMOVÝ ARCH VYPLNĚNÝ ŽÁKY SKUPINY Č. 1 Z PRVNÍ PROJEKTOVÉ HODINY .....	I
10.2	ZÁZNAMOVÝ ARCH VYPLNĚNÝ ŽÁKY SKUPINY Č. 3 Z DRUHÉ PROJEKTOVÉ HODINY .....	II
10.3	NÁKRES SKUPINY ŽÁKŮ Č. 4 - KOLONIE BAKTERIÍ VYROSTLÉ NA MASOPEPTONOVÉM AGARU PETRIHO MISKY PO TÝDENNÍ KULTIVACI .....	III
10.4	NÁKRES SKUPINY ŽÁKŮ Č. 2 - IZOLOVANÉ ČISTÉ KULTURY (TŘI DRUHY BAKTERIÍ) VYROSTLÉ NA MASOPEPTONOVÉM AGARU PETRIHO MISKY PO ŠESTIDENNÍ KULTIVACI .....	III
10.5	ZÁZNAMOVÝ ARCH VYPLNĚNÝ ŽÁKY SKUPINY Č. 3 Z TŘETÍ PROJEKTOVÉ HODINY .....	IV
10.6	MYŠLENKOVÁ MAPA VYPLNĚNÁ ŽÁKY SKUPINY Č. 3 PŘI POSLEDNÍ REFLEKTIVNÍ PROJEKTOVÉ HODINĚ .....	V
10.7	PRACOVNÍ LIST VYPLNĚNÝ ŽÁKY SKUPINY Č. 3 PŘI POSLEDNÍ REFLEKTIVNÍ VYUČOVACÍ HODINĚ .....	VI
10.8	SKUPINOVÝ DOTAZNÍK K VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SKUPINOVÉ PRÁCE.....	VII



# 1 ÚVOD

Vzdělávací procesy zaujímají v životě jedince sice různé, zpravidla ale významné postavení. Přestože společnost často hovoří o jejich důležitosti a jisté nutnosti, je též nezbytně nutné položit si otázku: kterými z nespočtu vzdělávacích strategií a jejich alternativ je efektivní se zabírat a které aplikovat v rámci vzdělávacích procesů?

Historický kontext vzdělávání nám jasně ukazuje, že modernizace prostupuje ustavičně životem jedince a dotýká se tedy i samotné pedagogiky. Jsme svědky nekončícího zrodu inovativních forem vyučování a s tím i souvisejících rozporuplných názorů pedagogů. Přesto ale dřívější normu frontálního vyučování s minimálním zapojením žáka do učebního procesu postupně střídají formy vyučování kooperativního, skupinového či projektového. Nutno zmínit, že výsledky včleňování těchto vzdělávacích strategií do výuky mají veliký potenciál a čím dál častěji jsou pedagogové využívány. Jednou z možností uchopení výuky je výše zmíněné projektové vyučování, jež klade podmínku aktivního zapojení žáka do učebního procesu. V tomto případě mluvíme nejen o aktivním zapojení žáka jako o odběhnutí od stereotypu frontálního vyučování, ale také o potřebě motivačních faktorů a vedení ze strany pedagoga, k realizaci této vzdělávací strategie. Otázkou zůstává: jak efektivně propojit všechny zmíněné body a dosáhnout tak adekvátní úrovně vzdělávacího procesu? Všechny výše zmíněné body bude autorka reflektovat v praktické části diplomové práce.

Z výše uvedeného vyplývá, že problematika vzdělávání je významná a je třeba se jí zabývat. Dnešní moderní doba, konkrétně například trh práce, klade čím dál větší důraz na vzdělávání, a je to pochopitelné, jelikož právě úroveň vzdělanosti předurčuje naše sociální jednání a vše, čeho jsme schopni dosáhnout. Jsou to právě vzdělávací strategie, kterými pedagog může aktivně ovlivnit právě průběh vzdělávání jedince. A ať už bude zvolena jakákoliv vzdělávací strategie, měla by mít především dostatečnou míru efektivity a pedagog by tuto míru měl umět adekvátně zajistit. Autorka se tedy prostřednictvím své diplomové práce komplexně zaměří na teoretické i praktické pojetí projektového vyučování jako jedné ze vzdělávacích strategií, která ještě stále není pevně zakořeněna v systému českého školství.

Cílem diplomové práce je shrnout současný stav poznání o *projektovém vyučování*, navrhnout mikrobiologický projekt s využitím diskové difuzní metody, ověřit ho ve výuce na 2. stupni ZŠ, vyhodnotit ho, vyvodit závěry a navrhnout jeho případné modifikace, alternativní a rozšiřující aktivity.

Práce je členěna do dvou částí. Teoretická východiska mají za úkol uvést čtenáře do problematiky *projektového vyučování* a shrnout současný stav poznání dané problematiky, to vše na základě studia odborné literatury a dalších zdrojů. Komplexně je definován pojem projektové vyučování a včetně úvodních historických souvislostí jsou definovány podmínky ke konstrukci projektového vyučování: tvorba, realizace a vyhodnocení projektu. Dále jsou specifikovány využití školních projektů ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie s konkrétním zaměřením na práci s laboratorní technikou a antibiotickými disky a přístupy vedoucí k optimalizaci zapojení takového projektového vyučování do výuky.

Praktická část práce vychází z realizace projektového vyučování s vytvořeným mikrobiologickým projektem „Síla antibiotik“ na vybrané základní škole. Obsahuje podrobnou charakteristiku realizovaného projektového vyučování: plánování a přípravu projektu, organizační strukturu, popis samotné realizace projektového vyučování dokumentované fotografiemi a především vyhodnocení a cenné výstupy. Znalosti získané na základě prostudované odborné literatury byly aplikovány na konstrukci projektového vyučování na konkrétní základní škole u 8. ročníku ZŠ Ústavní v Praze. Nejprve byla provedena příprava projektu: byl zvolen název projektu a téma, formulace zadání projektu, typ projektu, cíl projektu, doba trvání, termín konání, místo realizace, organizace třídy a bylo zmapováno zvolené téma. Všechny výše zmíněné údaje byly zpracovány do protokolu o přípravě projektu. Dále byly vytvořeny pracovní postupy pro skupiny žáků, záznamový arch skupiny a posléze byla vytvořena podrobná kostra projektu s následnou realizací. Obě části byly zpracovány: kostra projektu a protokol o realizaci projektu. V poslední fázi projektu bylo provedeno přímé vyhodnocení výsledků projektu a následná sebereflexe pedagoga. V rámci přímého vyhodnocení výsledků byla zvolena metoda řízené diskuze a vyplnění krátkého pracovního listu skupinami žáků. Pro zhodnocení efektivit skupinové práce byla využita skupinová myšlenková mapa. Vyhodnocené odpovědi žáků vypovídají o úrovni osvojení

vědomostí a dovedností, které měl projekt rozvíjet, ale též jsou zpětnou vazbou pro pedagoga, díky nimž mohla proběhnout sebereflexe. Všechny výše zmíněné a vypracované části konstruovaného projektového vyučování jsou doprovázeny prvními postřehy a poznámkami autorky, které jsou uvedeny vždy pod zpracovanými protokoly. S výsledky a výstupy projektového vyučování s projektem „Síla antibiotik“ bylo dále nakládáno a jsou s jejich pomocí vyvozeny stěžejní poznatky a závěry.

Závěr práce a diskuze shrnuje nejdůležitější poznatky a závěry plynoucí z konstrukce, respektive realizace projektového vyučování s projektem „Síla antibiotik“ a obsahuje doporučení pro optimalizaci zařazení projektového vyučování do výuky přírodopisu. Poukazuje na pozitiva i negativa, na vyskytnuté problémy i úspěchy a na zpětnou vazbu nejen žáků, ale především i pedagoga.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2.1 Projektové vyučování v historickém kontextu

Ať už se podíváme na kterékoliv školy moderní či historické doby, zjišťujeme, že nejstejnějším záměrem škol bylo dosažení správného a dostatečného tělesného a duševního vývoje žáka a přizpůsobení se potřebám skutečného života. Ale přeci jenom můžeme shledat nejednu odlišnost mezi školami moderní doby a školami provázejících naši historii: na rozdíl od „staré“ školy, která hleděla především na vědomosti, paměť a úsudek žáka se moderní škola dnes zaměřuje na psychologii žáka a hledí k životní praxi. Už dávno nemluvíme o školských předmětech, které byly středem vyučování a o době, kdy osobnost dítěte nebyla zohledňována. Moderní škola se naopak snaží naučit žáka vědomě správně jednat, rozvíjí u něj kritické myšlení a zároveň ho nutí aktivně jednat v situacích denního života (Žanta, 1934, s. 10-11).

Vývoj školství a škol v historickém kontextu šel ruku v ruce se změnami politického systému. Typicky jsme se v minulosti mohli setkávat s uniformním charakterem školy a s absencí respektu individuality, potřeb a zájmů žáka. „Nestandardním“ žákům, kteří jsou již v dnešní době velmi efektivně integrováni do sociálních skupin, se dostávala téměř nulová míra tolerance a pokud bychom zohledňovali obsah vzdělání, učební styly a komunikaci mezi učitelem a žákem, dospěli bychom k zcela odlišné koncepci školy, než o které můžeme hovořit v dnešní moderní době (Spilková, 1997, s. 4).

Kořeny projektové metody spadají do období na přelomu 19. a 20. století v USA. Samotnou kolébkou projektového vyučování se stává americká pragmatická pedagogika společně s Johnem Deweyem, který položil teoretický základ projektové metody a učivo seskupoval podle konkrétních úkolů ze života dětí, kdy se projekty vztahovaly k životu žáků a jejich potřebám (Coufalová, 2006, s. 8). Dewey argumentoval, že u žáků dochází k hlubšímu porozumění problému, pokud dochází k aktivnímu řešení problému. Žáci se dle jeho soudu rozvíjí v případech, kdy se zapojují do reálných, smysluplných úkolů a problémů a snaží se napodobovat to, co dělají odborníci v reálných situacích (Krajcik, Czerniak, 2002). Projektovou metodu poté převedl plně do praxe William Heard Kilpatrick, jenž upozorňoval na odpovědnost žáka za výsledky svého jednání a

na silný vliv na mravní vývoj žáka díky plánovité činnosti. Projektová metoda byla zprvu uplatňována v tzv. pokusných školách (1929-30), které měly nové přístupy ke vzdělání ověřit. Následný úpadek zařazování projektů do výuky tehdejšího režimu posléze vystřídala transformace školství a znovuvzkříšení projektové metody (Coufalová, 2006, s. 8). V ČR se zcela průlomové stalo období po roce 1990, kdy docházelo k proměnám celé společnosti ruku v ruce se vzdělávacím systémem. Inovační procesy se dotkly především humanizace a demokratizace, které nově vstoupily do škol. Výjimkou nebyla ani existence již tří vzdělávacích programů pro základní vzdělávání (Obecná škola, Základní škola a Národní škola) a zrod různých profesních hnutí (PAU<sup>1</sup>, NEMES<sup>2</sup>, AŘZŠ<sup>3</sup>, APZŠ<sup>4</sup>, SKAV<sup>5</sup>), který byl podpořen narůstající svobodou. Uplatňování inovačních postupů, metod, organizací výuky a řízení přispělo k pronikání alternativního pojetí výchovy a vzdělání do českého školství a ke vzniku nového systému sebevzdělávání. S konstrukcí nového modelu školy pro 21. století, jenž zaštiťoval touhu po změně, nadšení, autonomii, demokracii a svobodu, je spojeno i samotné zavádění projektů do výuky. Též vývoj samotného kurikula, které je následovně více chápáno jako program činností než jako souhrn stanovených předmětů, poukazuje na aktivní změny v konceptu učení. Uplatňují se volnější způsoby organizace vyučování, jako jsou např. výše zmíněné projekty, bloková výuka či integrace předmětů. Systém české školy koresponduje s prvkem autonomie, učiteli je poskytnuta větší míra svobody a zároveň zodpovědnosti a na samém konci se otevírá cesta k rozšiřování alternativ a inovací. Všechny klíčové principy proměny našeho školství jsou poté zachyceny ve výchozím dokumentu českého školství, tzv. Bílé knize<sup>6</sup>. Výše zmíněný dokument přispěl k tvorbě nově předkládaných kurikul v podobě RVP ZV, u nichž můžeme vlivem globalizace pozorovat razantní změny v koncepci výchovy a

---

<sup>1</sup> Přátelé angažovaného učení (Kratochvílová, 2006, s. 7).

<sup>2</sup> Nezávislá mezioborová iniciativa pro školskou reformu (Kratochvílová, 2006, s. 7).

<sup>3</sup> Asociace ředitelů základních škol (Kratochvílová, 2006, s. 7).

<sup>4</sup> Asociace pedagogů základních škol (Kratochvílová, 2006, s. 7).

<sup>5</sup> Stálá konference asociací ve vzdělání (Kratochvílová, 2006, s. 7).

<sup>6</sup> Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, definuje především obecné cíle výchovy a vzdělávání (Kratochvílová, 2006, s. 8).

vzdělávání a jenž dávají učitelům možnost zapojení inovačních procesů do výuky, včetně projektového vyučování (Kratochvílová, 2006, s. 7-10).

Nemusíme se proto bát říci, že dnešní rámcové vzdělávací programy k použití projektové metody přímo vybízejí a činnostní pojetí vyučování, aktivní podíl žáka na sebevzdělávání, řešení úkolů z přirozených životních situací a individuální přístup k žákům jsou nutnou potřebou a ve školských dokumentech pro školy v ČR jsou dostatečně zdůrazněny (Coufalová, 2006, s. 9).

## 2.2 Projektové vyučování

V české pedagogické teorii není projektové vyučování vnímáno zcela jednotně. Nejčastěji se můžeme setkat s definicí, kde je projektové vyučování označováno za **vyučovací metodu**. Výjimkou ale není ani projektové vyučování definované jako **soustava vyučování** (dle pojetí S. Velinského, jenž hovoří v souvislosti s projektovým vyučováním o koncepci vyučování a o jistém způsobu zpracování obsahu i změně vztahu učitele a žáka). Především je ale projektové vyučování považováno za prostředek individualizace učení a za **metodu samoučení**.

Dle Dvořákové (2009) se o projektové metodě u nás zmiňuje jako jeden z prvních **S. Vrána** v knize *Učebné metody* a definuje projekt ve škole jako „podnik žáka“ nebo skupiny žáků. Hovoří o plné zodpovědnosti za výsledky činnosti, jež žák v rámci projektu přebírá a o situacích, kdy žák usiluje vlastní vůlí o dosažení cíle projektu. Neopomíná ani důležitost vnitřní motivace žáka, na jejíž intenzitě se podílí především učitel. Sám S. Vrána v rámci projektového vyučování odděluje pojmy **projekt a problém**, jednotlivé odlišnosti v pojmosloví jsou vysvětleny v *tabulce č. 1*. Tato situace se může zdát paradoxní, jelikož projekt a problém se v praxi prolínají a základem projektu je právě problém či komplex problémů (Dvořáková 2009, s. 32-36). I samotná výrazná odlišnost názorů jednotlivých autorů týkající se vymezení vztahu mezi projektem a problémem je častá: Grecmanová (2000, s. 64) vidí např. odlišnost především v organizační náročnosti, Příhoda (1936, s. 161) vnímá projekt jako seskupení problémů a Valenta (1993, s. 5) se zmiňuje o problému, jako o druhu jádra, které je pro podobu projektové metody nejtypičtější. Pokud se ale zamyslíme nad touto problematikou, je dnes nezbytnou nutností přemýšlet o problému jako o subjektu, jenž

má praktickou povahu a jehož vyřešení nás ovlivňuje a zasahuje do běžného života. Problém pro žáka znamená situaci, s kterou se prozatím nesetkal, a tudíž nezná postup, jak ji bude řešit. Projekt by potom měl být komplexnějším úkolem, jenž bude obsahovat řadu dílčích úkolů, které mohou být pro žáky nové (mohou být problémem) či mohou být realizovány na základě dosavadních zkušeností žáka. Problém tedy může být jednou z možností projektového vyučování a je přímo místem koncentrace učiva, které je osvojováno cestou projektové metody. Problém zde značí určitou obtíž a pro vyrovnání se s určitou obtíží je zapotřebí vyvinout jisté intelektuální úsilí. Projekt je pak v závěru systematizovaná záležitost, u níž nezohledňujeme pouze jeden základní problém, ale řadu dalších dílčích problémů (kroků) jež vedou k řešení problému základního (Kratochvílová, 2009, s. 39).

*Tabulka č. 1:* Rozlišení pojmů problém a projekt a jejich jednotlivá specifika (vlastní zpracování podle údajů z publikace Dvořáková, 2009, s. 34).

Problém	Projekt
komplex učiva, vede k myšlení	část učiva, vede k dosažení cíle ve skutečnosti
uvažovat, třídit, hodnotit	organizovat, vyzkoumat, vykonat
výzva k odpovědi	výzva k produkci
stojí mimo žáka	vychází z nitra žáka
objektivní	subjektivní
intelekt	vůle, odpovědnost
problém může obsahovat projekty	projekt může obsahovat problémy <sup>7</sup>

### 2.2.1 Charakteristika projektového vyučování jako specifické vzdělávací strategie

Množství metod, prostředků a forem práce, poskytujících učiteli ve vyučování prostor pro jinak nenahraditelnou aktivizaci žáků ruku v ruce s rozvojem jejich

<sup>7</sup> Čím více problémů projekt obsahuje, tím je pedagogicky cennější (Dvořáková, 2009, s. 34).

kompetencí a kapacit, je nedílnou součástí každé vzdělávací strategie. Jednou z takových je i projektové vyučování, které čítá mnohá specifika. Jak bylo zmíněno výše, jasná definice a chápání projektového vyučování varíují mezi jednotlivými autory a jednotlivé znaky projektového vyučování jsou proto nejednotné. Jisté je, že v souvislostech s projektovým vyučováním se již nemluví jen o učebnicích a učitelích jako o jediném zdroji poznání, ale zdrojem poznání je zde sám život. Jedná se o zvláštní pracovní formu a metodu vyučování, která disponuje charakteristickými cíly, učební procesy zpravidla překračují rámec jednotlivých vyučovacích předmětů a motivace je zde vedena ze strany potřeb žáka a naléhavosti řešení takových potřeb (Kubínová, 2002, s. 23, 32). Mezi **základní znaky projektového vyučování** ve všech jeho podobách patří spoluzodpovědnost žáka za splnění cíle, úzký vztah řešeného úkolu k životu, vlastní objevování poznatků a rozvoj praktických i teoretických činností (Dvořáková, 2009, s. 147). Například také Grecmanová a Urbanovská (2007) se shodují v jednotlivých základních znacích, které můžeme pozorovat u projektového vyučování:

- ✓ orientace na situaci a život
- ✓ orientace na zájmy zúčastněných
- ✓ samostatná organizace a přejímání zodpovědnosti u žáků
- ✓ praktický společenský význam
- ✓ cílené plánování projektu
- ✓ zaměření na produkt
- ✓ zapojení více smyslů
- ✓ sociální učení
- ✓ interdisciplinarita

Dle některých autorů lze hovořit o projektovém vyučování pouze v případě, pokud jsou všechny výše zmíněné znaky realizovány a naplněny. Z praktického hlediska je to však téměř nemožné, proto je akceptována alespoň snaha se takovým znakům přiblížit. K dalším charakteristikám se dále upínají Mills a Treagust (2003), kteří se soustřeďují na iniciativitu žáků v součinnosti s rozvojem motivace a organizačních schopností. Toto



pojetí projektového vyučování čítá velké množství fází a stupňů, jež musí žáci postupně během projektu projít. Lehmann (2002, citováno podle Kubínová, 2002) dále doplňuje stěžejní cíl projektového vyučování a to rozvoj schopností:

- ✓ pracovat v týmu
- ✓ provádět rozhodnutí jako jednotlivec i tým
- ✓ kriticky přistupovat k práci vlastní i cizí
- ✓ komunikovat
- ✓ pochopit důležitost a smysl dělby práce
- ✓ pracovat samostatně
- ✓ integrovat společně získané pracovní výsledky

V souvislosti s projektovým vyučováním je potřeba zmínit i tzv. *peer programy* (PP). Jedná se o metodu vrstevnického vyučování, kdy se žáci učí od sebe navzájem. Přednostní výhodou této didaktické formy učení je srozumitelnost předávání učiva, které jde ve směru od žáka k žákovi. Vysvětlením nám může být určitý „společný jazyk žáků“, který stojí za efektivitou předávání učiva. Projektové vyučování i peer programy rozvíjejí především spolupráci žáků a tak naplňují jednotlivé klíčové kompetence RVP. Při práci na jednotlivých úkolech projektu žáci spolupracují, rozvíjí tedy sociální, komunikativní a kooperativní dovednosti, učí se střídat v mluvení, sumarizovat a hlavně obhajovat svůj vlastní názor. Stejně tak jak obě metody aktivně zapojují žáky do procesu vzdělávání, tak stejně efektivně se vrstevnické učení zrcadlí v jednotlivých projektech (Codlová, 2014, s. 23).

Projektové vyučování existuje v pedagogické teorii a praxi více než sto let a je díky mnohým stěžejním znakům a cílům považováno za vhodný didaktický prostředek, který vede ke smysluplné integraci vzdělávacích obsahů. Taková integrace by však neměla být násilná ani náhodná. Nositelem integrace se v tomto případě stává řešený problém komplexní povahy vycházející ze životní situace, kde žáci uplatňují své poznatky z různých oborů. Proto je zapotřebí projektové vyučování dlouhodobě plánovat a poté realizovat ať už v podobě individuálních projektů či jako prostředek kooperativního učení pro rozvoj komunikace a kooperace. Systém projektového

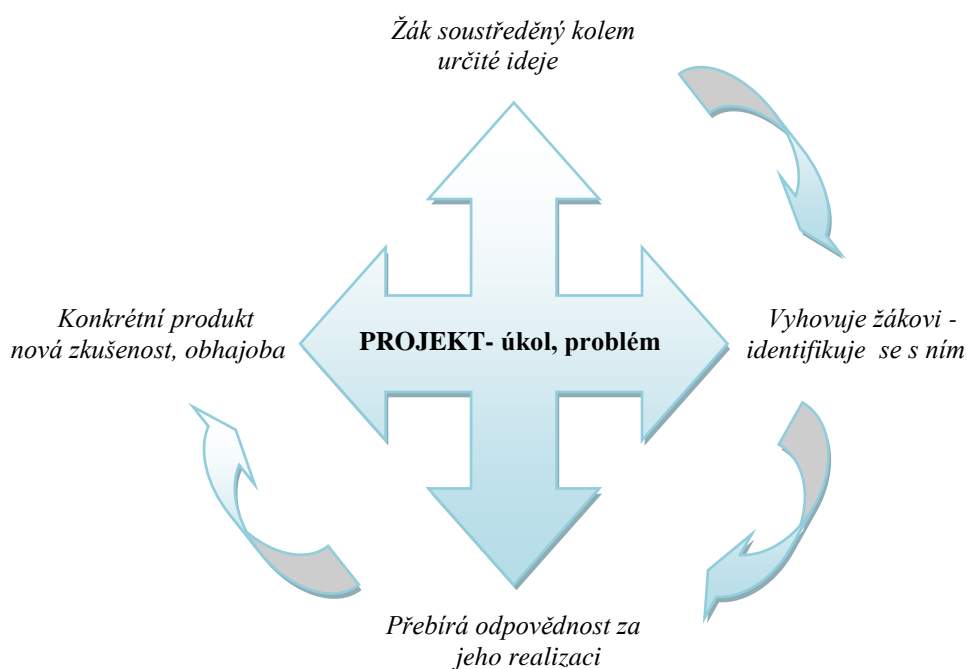
vyučování je však stále otevřený a jeho modifikace a podmínky stále nestálé. Na samém konci je ale možné dát vzniknout fungujícímu systému plánovaného projektového vyučování (Dvořáková, 2009, s. 147-148).

### 2.2.2 Projekt

U definice projektu jako takového se setkáváme s obdobnou situací jako u projektového vyučování. Názory jednotlivých autorů jsou nejednotné a je proto nesnadné určit definici, která obsahuje společné charakteristiky a zaštiťuje důležité aspekty projektu. Vycházejme tedy z definice, že *„projekt je komplexní úkol (problém), spjatý s životní realitou, s nímž se žák identifikuje a přebírá za něj odpovědnost, aby svou teoretickou i praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu (výstupu) projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané zkušenosti“* (Kratochvílová, 2006, s. 35-36). Smyslem práce je výše zmíněný produkt (výstup), jenž žáka motivuje k činnosti a řídí celý její průběh. Nejdůležitější je pak vnitřní **motivace žáka**, která spočívá v přijetí úkolu, v touze po vyřešení problému a na samém konci v dosažení konečného produktu. Je potřeba zmínit, že s rostoucí vnitřní motivací žáka vzrůstá i míra účinnosti projektu v rámci vyučování. S pojmem „projekt“ se v moderní pedagogice setkáváme čím dál častěji, ale ne každá aktivita a návrhy, ať už ze strany pedagoga či žáků, mohou být za projekt považovány. Každá výuka, o které budeme chtít mluvit jako o projektu musí splňovat základní **znaky projektu**, které si zde uvedeme. V rámci projektu:

- ✓ je řešen jeden přesně vymezený problém
- ✓ je jasně stanoven určitý cíl
- ✓ je jasně stanoven časový úsek
- ✓ jsou vytvářeny situace k probuzení iniciativy žáka
- ✓ probíhá evaluace výsledků i průběhu projektu
- ✓ je nutná propojenost s praxí, s reálným životem
- ✓ jsou vybírána témata, která žáky motivují (podle internetového portálu RVP, 2015)

Charakteristiky projektu bychom si mohli přiblížit i prostřednictvím *obrázku č. 1* a lépe tak pochopit návaznost jednotlivých znaků projektu. Velký potenciál má v projektu, již zmíněná motivovanost žáka. Co se týče motivace, je velice vhodné, v souvislosti s vnitřní motivací, zapojení principu svobodného výběru. Tento princip spočívá ve svobodné volbě žáka. Žák vybírá z nabízených témat projektů, stanovuje si sám svůj úkol, vyhledává a vybírá zdroje informací, určuje metody zpracování úkolu, plánuje časový harmonogram a vybírá pomůcky a své spolupracovníky. V tomto případě mluvíme o tzv. **podniku žáka** (Tomková, Kašová, Dvořáková, 2009, s. 9, 12-14). Nicméně i přes to, že výše zmíněná metoda podniku žáka je velice efektivní, setkáváme se v dnešní školní praxi s pojetím projektů spíše jako **podniku učitele** (charakteristiky projektu stanovuje učitel). V podniku učitele klesá především míra motivace a zodpovědnosti žáka za svou práci a ruku v ruce s těmito klesajícími faktory pak klesá i míra efektivity celého projektu. Je ale samozřejmé, že ne všechny projekty v podniku učitele musíme považovat za neefektivní, ba naopak, např. u tříd, které s projekty začínají je doslova nezbytné, aby pedagog přípravu a realizace projektu usměrňoval (Kratochvílová, 2006, s. 34).



*Obrázek č. 1: Grafické znázornění základních charakteristik projektu (vlastní zpracování podle údajů z publikace Kratochvílová, 2006 s. 36).*

### 2.2.2.1 Typologie projektů

U projektů nevycházíme z jednoho předepsaného modelu projektu, ze kterého by pedagog a žáci měli vycházet, ale z toho, že projekty mohou mít nepřeberné množství podob a nejrůznějších alternací vzhledem k jednotlivým faktorům, které v projektu hodláme upřednostňovat. Z různých pohledů můžeme hledět na projekt jako na vzdělávací strategii, u které chceme ovlivnit různá hlediska jako například: časový harmonogram, iniciátora projektu, účel projektu, organizační strukturu, počet účastníků či informační zdroje. Tato hlediska postulují projekt do jednotlivých typologií zmíněných níže a nabízejí pedagogovi a žákům nepřeberné množství možností úprav připravovaného projektu. Projekt je vzdělávací strategií, která zpravidla zasáhne do jinak běžného harmonogramu školy či třídy a časový harmonogram je proto jedním z hledisek, které je zapotřebí důkladně zvážit. Z hlediska **časového harmonogramu** můžeme projekty rozlišovat následovně:

- ✓ krátkodobý projekt (jednodenní)
- ✓ střednědobý projekt (více dní)
- ✓ dlouhodobý projekt (týdny, měsíce)

S ohledem na délku projektu je zapotřebí volit i vhodná témata projektu, pro něž je zvolená časová dotace dostačující (Kašová, 2013, s. 23). Efektivita projektu v tzv. podniku žáku byla zmíněna již výše a poukazuje na co největší zapojení žáka do projektu. Žák se zde stává iniciátorem projektu a přebírá většinu zodpovědnosti. Opakem je dnes běžněji využívaný podnik učitele, který má také své opodstatnění (Kratochvílová, 2006, s. 35). Z hlediska **iniciátora projektu** můžeme projekty typizovat:

- ✓ projekt navržený žáky
- ✓ projekt navržený pedagogem
- ✓ projekt připravovaný společně

Z hlediska **účelu (smyslu) projektu** můžeme hovořit o projektech zaměřených dle výběru - na řešení problému, na prožitek, na tvorbu či na jiné aspekty. Hledisko organizační je položkou velice variabilní a to především díky jednotlivým možnostem

škol a tříd. Projekt se může věnovat pouze jednomu tématu a jeho náplň zasahuje pouze do jediného předmětu (projekt jednooborový) či naopak se může jednat o projekty víceoborové či napředmětové, jež adekvátně naplňují jednotlivé klíčové kompetence a výstupy ŠVP. **Informační zdroje** (IZ) slouží jako průvodní materiály projektu a mohou být vázané či volné (vázaný projekt či volný projekt). U vázaného projektu hovoříme o projektu, kdy jsou IZ zadány předem, ať už žáky či pedagogem. Jednat se může a nejedná se o nejednoznačnou publikaci, nahrávky či jakékoliv přepracované materiály (např. pracovní postup). Volný projekt charakterizuje absence IZ, které nejsou poskytnuty. Možností je i kombinace obou výše zmíněných typů projektu. Z hlediska organizace je zapotřebí stanovit i **počet účastníků** projektu. Můžeme vybírat z následující typologie:

- ✓ projekt třídní
- ✓ projekt školní
- ✓ projekt ročníkový
- ✓ projekt skupinový
- ✓ projekt individuální

Všechny z výše zmíněných typologií jsou jednotlivými alternativami a možnostmi k výběru při přípravě projektu (Kašová, 2013, s. 22-26). Členění projektů podle různých kritérií zmíněných výše obohacuje i možnost dnešního technického využití sloužící ke komunikaci v rámci projektu. K využití se nabízí například skype či e- mail, které mohou navyšovat efektivitu školních projektů prostřednictvím komunikace mezi jednotlivými školami. Ke zvážení jsou další podpůrné položky, jako je například exkurze či jiné prostředky potřebné k získání informačních zdrojů.

Zmíněné kritériální členění společně s doplňujícími položkami je pak možné vhodně kombinovat a dosahovat tak cíleného výstupu a efektu zapojování projektového vyučování do výuky (Zormanová, 2012, s. 98-99).

### **2.2.3 Projektová metoda**

Ruku v ruce s projektem jde i projektová metoda. Obdobně jako u projektu, i zde se setkáváme s nesčetným množstvím definic lišících se autor od autora. Názory autorů se však zpravidla shodují v tom, že projektová metoda je definována pomocí projektu.

Vycházejme tedy z definice, kdy *projektová metoda je metodou, v níž jsou žáci podněcováni k samostatnosti při zpracovávání určitých projektů a získávají zkušenosti při praktické činnosti a experimentování* (Kratochvílová, 2006, s. 37). Projektová metoda je alternativou k tradiční výuce, je jedna z nejefektivnějších metod didaktiky a ve vzdělávacím procesu - vyučování by měla zaujímat své místo. Četné problémy, kterými projektová metoda disponuje (časová, materiální a organizační náročnost), jsou vyváženy řadou pozitiv, jako je vysoká motivace žáků, zažívání pozitivních emocí, pocit spoluzodpovědnosti a jiné. Projektová metoda je z hlediska tradiční výuky založena na integraci učiva. Tuto definici chápeme tak, že tradiční výuka dezintegruje reálný svět do jednotlivých předmětů a naopak projektová metoda vysvětluje reálný svět celistvě – tedy takový jaký doopravdy je a témata projektů staví právě na této skutečnosti. Na projektovou metodu můžeme též nahlížet jako na metodu činností (podle internetového portálu Čtenářská gramotnost, 2015). Pokud budeme vycházet i z Kratochvílové (2006, s. 38), která se ztotožňuje s výše zmíněnou definicí metody činností, je zapotřebí lokalizovat nejdůležitější **znaky projektové metody**:

- ✓ činnost směřující k určitému cíli
- ✓ činnost, která není dopředu zcela jasně naplánovaná
- ✓ činnost, která vyžaduje samostatnost a aktivitu žáka
- ✓ činnost, která v průběhu projektu rozvíjí tvořivost a reakčnost na změny
- ✓ autoregulovaná činnost
- ✓ činnost, která společně se zkušenostmi a teorií motivuje žáka k učení a sebepoznání

Projektová metoda mimo jiné přináší možnost rozvíjet intelektuální dovednosti žáků, kterými jsou např. tvořivost, laterální myšlení, analýza a syntéza (Kubínová, 2002, s. 31). Důležité je též uvést, že souhrn činností žáka společně s poradenskou rolí učitele má vést k dosažení požadovaného cíle (výsledku) projektu. Žák se zde učí svoji práci plánovat, ale hlavně dokončovat a dojít tak ke kvalitnímu produktu. Žáci jsou zde vlastně takovými malými podnikateli (podle internetového portálu Čtenářská gramotnost, 2015).

## 2.3 Konstrukce projektového vyučování

Samotná konstrukce projektového vyučování zrcadlí tvorbu komplexní problémové úlohy a výukového záměru či plánu, které mají mít široký praktický dosah. K naplnění zmíněného dosahu je zapotřebí zajistit a naplánovat průběh řešení projektu, tak, aby každá z jeho fází – 1) **příprava projektu** společně se stanovením cílů a vytvořením plánu, 2) **realizace projektu** a 3) **hodnocení projektu**, tvořila nezbytnou část celku – projektu a sdružovala přirozenou cestou jednotlivé, jinak izolované, vyučovací předměty tradiční výuky. Konstrukci projektu nám přiblíží *tabulka č. 2*, jejíž schéma může pedagogovi posloužit jako vhodný zdroj shrnující podstatné aspekty tvorby projektu a faktory vedoucí k úspěšnému projektu.

*Tabulka č. 2:* Tvorba projektu, jeho fáze a jednotlivé aspekty (vlastní zpracování podle údajů z publikace Kratochvílová, 2006, s. 136).

PROJEKTOVÉ VYUČOVÁNÍ		
PODMÍNKY ÚSPĚCHU	<div>← PŘÍPRAVA →</div> <div>↓</div>	HODNOCENÍ
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ informovanost</li> <li>✓ spolupráce</li> <li>✓ atmosféra</li> <li>✓ finanční zajištění</li> <li>✓ materiální zajištění</li> <li>✓ spojení s externím prostředím</li> <li>✓ učitel v roli poradce</li> <li>✓ přiměřenost projektu</li> </ul>	<div>KONCENTRAČNÍ IDEA</div> <div>účel <span style="float: right;">cíl</span></div> <div><b><u>TVORBA PROJEKTU</u></b></div> <div>organizace <span style="float: right;">účastníci</span></div> <div>časové rozvržení</div> <div>prostředí</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ průběh</li> <li>✓ výstup</li> <li>✓ dokumentace</li> </ul>
	← REALIZACE →	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ průběh projektu</li> <li>✓ způsob práce</li> </ul>	
	← PREZENTACE PROJEKTU →	

### 2.3.1 Příprava projektu

Příprava projektu by měla sloužit především k hledání cesty za produktem projektu a mělo by jí být věnováno dostatečné množství času. Při plánování projektu je prvotně důležité zvažovat konkrétní záměr projektu. S promýšlením záměru projektu souvisí i jasné stanovení očekávaných cílů projektu. Právě správnost stanovení cílů vede posléze pedagoga k vhodné volbě metod a aktivit, ale i k adekvátnímu korigování či tvorbě pravidel projektu. Projekt by neměl žákům přednést již hotový produkt, ale žáci by měli investovat do projektu prostřednictvím hledání a objevování, které je povedou k žádanému produktu. Projekt by tedy měl být vytvořen tak, aby žáci měli k dispozici dostatečný prostor pro své rozhodování, názory, předpoklady a závěry.

Metodika přípravy projektu uvažuje jednotlivé body:

- ✓ výběr tématu
- ✓ mapování tématu
- ✓ třídění
- ✓ metodika výuky
- ✓ scénář projektu

**Téma projektu** by mělo splňovat hledisko významu pro žáky i pedagoga a zároveň by mělo žáky motivovat. Za téma je vhodné volit aktuální změny nebo problémy v našem okolí a v běžném životě. **Mapování tématu** spočívá v hledání otázek, se kterými bude v projektu pracováno. Otázky směřují k samotnému tématu, ale může se jednat i o otázky navádějící či zpřesňující, vedoucí k produktu projektu, k organizaci práce, k vyhledávání informačních zdrojů či k samostatnosti. Vhodné je zařazovat především otázky dichotomické jako prostředek k navýšení zvědavosti žáků. Záznam otázek je pak možné realizovat díky metodě brainstormingu. Výše zmíněné mapování společně s produktem množství otázek je posléze zapotřebí vytrýdit či naopak doplnit. Při **třídění** je nutné zohledňovat skutečnost, že prostřednictvím projektu a projektového vyučování je zapotřebí naplňovat požadavky ŠVP a též je nutné zohledňovat možnosti žáků a dalších organizačních položek (čas, informační zdroje, region). Následně po výběru či doplnění otázek probíhá **metodika výuky**, neboli to, jak bude výuka vypadat. Je potřeba přemýšlet nad provázaností jednotlivých položek, jako je například téma, cíl a metoda,



nad systematickou cestou směřující k produktu projektu či nad samotnými didaktickými metodami. Jako vhodnou pomůcku můžeme zařadit například plánovací tabulku činností pro žáky. Samotný **scénář projektu** obsahuje povětšinu aktivity v rámci projektu, jejich sled a podrobný popis (Kašová, 2013, s. 24-27). Důležité je volit takové aktivity, které jsou pro žáky zajímavé, praktické, různorodé a také dobře formulované. Neméně důležité je i seřadit aktivity tak, aby stoupaly po Bloomově taxonomii, tedy od snazšího k obtížnějšímu. Projekt by měl mít také obecnost, tedy, produkt projektu, na kterém žáci pracují, by měl být umístěn například na nástěnkách, internetových stránkách či byl jiným způsobem prezentován přímo žáky (PP prezentace). Na samém konci nesmí chybět i představa o tom, jakých hodnotících měřítek bude využito. Zda bude hodnocen pouze produkt projektu či jednotlivé dovednosti a zapojení. Ve scénáři nesmí chybět ani vyhrazený časový interval pro potřebnou reflexi a shrnutí. Právě reflexe je jednou z nejdůležitějších položek projektu, jelikož při ní si žáci uvědomují přínos projektu a jeho smysluplnost. Význam má pro žáky především produkt projektu a to, co se žáci při práci naučili nového.

Jen důsledná příprava projektu může naplňovat veškeré výše zmíněné body a může pracovat s nejrůznějšími modifikacemi projektu ať už ze strany pedagoga či žáka (Petty, 2013, s. 293-296).

### **2.3.2 Realizace projektu**

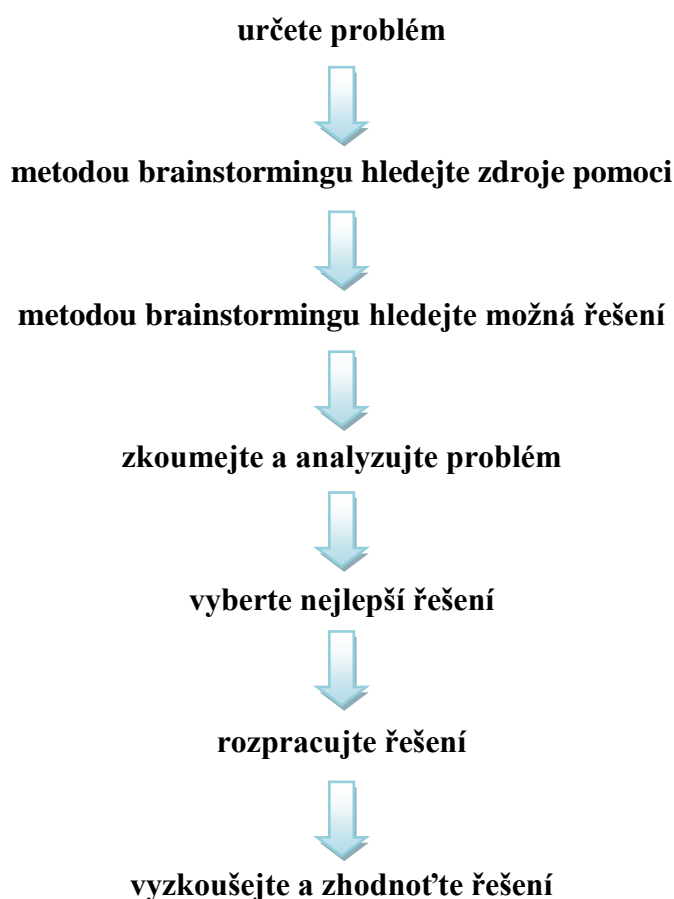
Realizace, tedy uskutečnění projektu v praxi reflektuje především důkladnost přípravy projektu. Samotná realizace pak i z přípravy vychází. Jednotlivé úpravy a modifikace realizace právě probíhajícího projektu pracují s jednotlivými nenadálými situacemi v rámci projektu a snaží se co nejpřesněji naplňovat znaky projektového vyučování (Petty, 2013, s. 292).

Projektové vyučování v mnohých ohledech odstupuje od tradičního vyučování a u žáků, kteří s projekty začínají, může tato skutečnost vyvolat jistou míru nejistoty. Nejvíce patrná bývá razantní změna role pedagoga. Při realizaci projektu pedagog nepředává hotové poznatky, ale stává se pouze poradcem žáků. Pedagog usiluje o navození situací, ve kterých vzniká pro žáky potřeba nového poznání a vlastního objevování. Pedagog a žák se zde vlastně stávají partnery, kdy každý z nich nese svůj

díl odpovědnosti. Též žádaná míra samostatnosti žáků a spolupráce s ostatními žáky při realizaci projektu klade na žáky veliké nároky. Pedagog zde musí umět zajistit dostatečnou míru motivace k samostatné práci a bezpečné a klidné prostředí ve třídě k projevení individuality žáků. Při samotné realizaci projektu bychom se ale měli řídit heslem: **co mohou udělat žáci, at' udělají žáci**. Platí to pro všechny druhy činností, od vyhledávání informačních zdrojů, přes tvorbu a zajištění materiálu ke konkrétním postupům a metodám vedoucích k žádanému cíli a produktu. Vlastní práce na projektu probíhá častěji ve skupinách, ale zpravidla záleží na charakteru projektu a podmínkách, které k realizaci vyžaduje. Při tvorbě skupinek upřednostňujeme spontánní vytvoření skupin. Pokud budeme uvažovat realizaci projektu společně se skupinovou prací, je zapotřebí, aby každý žák ve skupině měl určitou roli a za svoji práci tak nesl plnou zodpovědnost. Úkolem pedagoga je v tomto případě napomáhat ke koordinaci uvnitř skupiny. Pomoci nám mohou nejrůznější vytvořené materiály, jako jsou záznamový deníček skupiny, myšlenkové mapy aj. Práce žáků může při realizaci projektu kulminovat od práce žáků společně s pedagogem, přes samostatnou práci žáků s částečnou pomocí pedagoga ke striktně samostatné práci žáků. Pedagog především nemůže přesně vycházet z předem předpřipraveného časového rozvržení a jednotlivých aktivit, jelikož musí být schopen reagovat na situace ve třídě a přizpůsobovat jim organizaci práce (Coufalová, 2006, s. 12) V rámci realizace projektu můžeme zmínit několik bodů, které s nepatrnými odchylkami, mohou sloužit jako opora při realizaci projektové hodiny. Jinak řečeno, body zmíněné níže, nám stručně popisují, jak by taková projektová hodina měla být strukturována a s čím vším by měli být žáci seznámeni:

- 1) uvedení do situace
- 2) stanovení cíle a smyslu práce
- 3) zadávání úkolů
- 4) kritéria hodnocení
- 5) datum zadání a termín odevzdání
- 6) rozličné poznámky (odkazy, doporučená literatura, konzultace apod.)

Téma projektu a s ním ruku v ruce i řešení určitého problému spočívá v tom, že žáci naplňují samostatnou prací zadané úkoly a činnosti (Petty, 2013, s. 295). Všechny aktivity a činnosti by ve svém závěru měly vést k řešení problému. Tato fáze může probíhat jako práce s informacemi, shromažďování materiálu, vyrábění předmětů, sestrojování modelů, příprava výstavy apod. (Mazáčová, 2008, s. 37). Průběh řešení problému je pak rozdělen do jednotlivých fází, které velmi často zahrnují metodu brainstormingu a vycházejí z Bloomovy taxonomie. Pro příklad si uvedeme jedno ze schémat (*obrázek č. 2*), které názorně ukazuje možnost pojetí posloupnosti jednotlivých činností při řešení problému u realizace projektu (Petty, 2013, s. 296).



*Obrázek č. 2:* Postup při samostatné práci zaměřené na řešení problému (vlastní zpracování podle údajů v publikace Petty, 2013, s. 294-295).

Realizace projektové vyučování vyžaduje bilaterální spolupráci pedagoga a žáka. Od žáka se vyžaduje aktivní zapojení do výuky a od pedagoga komplexní manažerské

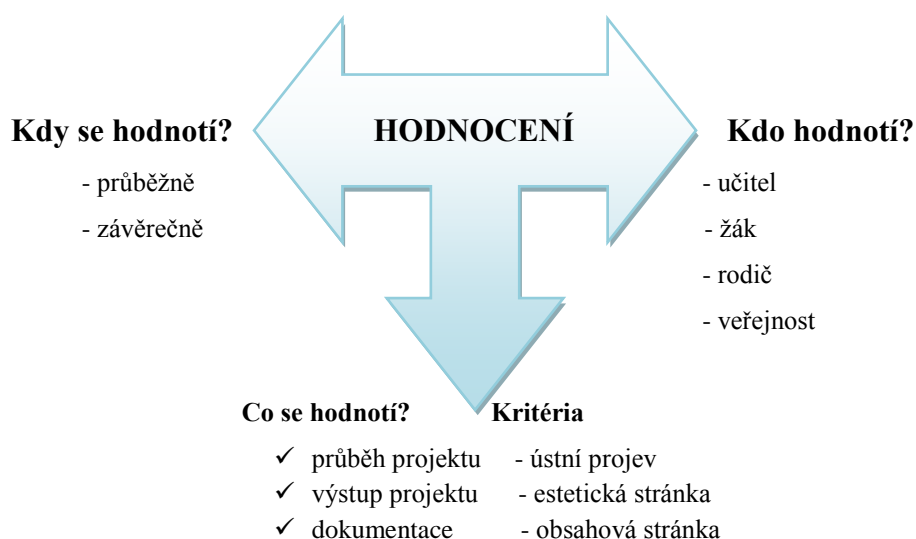
schopnosti prostupující celým projektem. Realizace projektu přesouvá výzkumné metody do školní praxe a úspěšnost realizace projektového vyučování záleží na mnohých faktorech, z nichž jmenujme alespoň vstřícnost ze strany vedení školy, vytvoření vhodných podmínek pro samostatnou práci, výuka koncipovaná ve vztahu k žákovi, využití soutěživosti skupin, týmová práce, komunikativnost, nacházení souvislostí a vyvozování závěrů a v neposlední řadě otevření školy veřejnosti (Švecová, 2001, s. 14-15).

### **2.3.3 Hodnocení projektu**

Projekty jsou do běžné školské praxe čím dál častěji včleňovány především z důvodu poskytnutí velkého prostoru pro utváření a rozvíjení životních dovedností žáka. I RVP a ŠVP apelují na důležitost klíčových kompetencí a právě projektové vyučování je jednou z možností, jak klíčové kompetence komplexně rozvíjet. Jedná se především o jednotlivé nahodilé situace, které se dějí v rámci projektu a které podněcují žáky k přirozenému rozvoji. Takové situace by měly prostupovat celým projektem, tedy i vyhodnocením s výsledkem práce, které je v celém projektu položkou nejcennější, jelikož právě zde si žáci nejvíce uvědomují smysluplnost celého projektu.

Tato forma výuky se ve většině případů ztotožňuje s ideou, kdy v rámci projektu nedochází k výraznému posuzování výkonu žáka a nebývá použita klasifikace. Upřednostňuje se slovní hodnocení. Výhodou slovního hodnocení je v tomto případě možnost posoudit úroveň činnosti jak jedince, tak i činnost pracovních skupin. Předmětem hodnocení zde dále není pouhý výsledek, ale celý pracovní proces a jednotlivé dovednosti, které vedou k zmíněnému výsledku. Jednotlivá kritéria hodnocení si volí sám pedagog či jsou ustanovena společně se žáky (Mazáčová, 2008, s. 38). Žáci by již na začátku probíhajícího projektu měli znát jednotlivá hodnotící kritéria či se s pedagogem dohodnout na detailech hodnocení, měli by znát hodnotící osoby (pedagog x žáci ze třídy x ostatní žáci) a časový harmonogram, tedy kdy dojde k vyhodnocení projektu. S kritérii hodnocení souvisí i výstup projektu. Již při přípravě projektu by mělo být zřejmé, které didaktické metody a postupy budou využity k vyhodnocení projektu. Využity mohou být například řízená diskuze, prezentace produktu, pracovní listy nebo jiné materiály vytvořené pedagogem či žáky. Jednotlivá

konkrétní kritéria a položky k hodnocení projektu nám přiblíží také *obrázek č. 3* (Kratochvílová, 2006, s. 133). Hodnocení projektu probíhá jak ze strany žáků, tak ze strany pedagoga nebo okolí. K žakovskému hodnocení a výstupu projektu se zpravidla přistupuje prvotně a následuje závěrečné shrnutí a hodnocení pedagoga. Hodnocení může probíhat v rámci dlouhodobého projektu v závěru každé projektové hodiny či na samém konci celého projektu, záleží především na charakteru projektu.



*Obrázek č. 3: Hodnocení projektu – hodnotící kritéria a položky (vlastní zpracování podle údajů z publikace Kratochvílová, 2006, s. 133).*

Vyhodnocení projektu patří mezi položky projektu, bez kterých by efektivita projektové vyučování měla jistě klesající tendenci, je proto důležité, věnovat hodnocení projektu dostatečné množství času. Při hodnocení pedagog zjišťuje i zpětnou vazbu a hodnocení projektu žáky. Vhodné je otázkami zjišťovat přínos projektu, atraktivitu tématu, možné pokračování projektu, případné modifikace a nápady ze strany žáků. Fantazii se meze nakladou. (Pavlasová, 2010, s. 47).

## 2.4 Význam a úskalí projektového vyučování

Projekty a projektového vyučování nejsou v dnešní pedagogické praxi novinkou. Bohužel, vzhledem ke své dlouhé historii si stále v procesu vzdělávání nenašly své široké uplatnění a do výuky jsou nejčastěji zapojovány jako zpestření výchovně vzdělávacího procesu. Tuto situaci vysvětluje hlavně skutečnost, že užití projektové metody klade vysoké nároky na školu. Jako u každé didaktické metody, také u

projektového vyučování, si musí pedagog uvědomovat pozitiva, výhody a přednosti, ale i negativa, omezení a úskalí. Správné zapojení pedagoga do projektu probíhá právě v situacích, kdy pedagog umí využívat jednotlivé výhody a eliminovat negativa. Toho lze docílit jedině v případě, pokud pedagog dobře porozuměl projektové metodě, umí s ní pracovat a dochází prostřednictvím ní k novým zjištěním a k důsledné sebereflexi.

Jednotlivá **pozitiva projektového vyučování** můžeme vztáhnout vzhledem ke vztahu k žákovi, učiteli, okolnímu prostředí a samotnému procesu učení se. Projektového vyučování na úrovni žáka ovlivňuje celou osobnost dítěte hned v několika rovinách:

- ✓ žák získává silnou motivaci k učení
- ✓ žák přebírá zodpovědnost za výsledek práce
- ✓ rozvíjí se samostatnost žáka
- ✓ žák se učí řešit problémy
- ✓ žák se učí pracovat s informačními zdroji
- ✓ žák konstruuje své poznání
- ✓ žák využívá svých již nabytých znalostí a získává znalosti nové
- ✓ žák získává dovednosti organizační, řídicí, plánovací a hodnotící
- ✓ žák prožívá smysluplnost svého konání
- ✓ žák získává celkový globální pohled na řešený problém
- ✓ žák se učí spolupracovat a kooperovat
- ✓ žák se učí vzájemného respektu
- ✓ žák rozvíjí svoje komunikační dovednosti
- ✓ žák se učí autoregulovat své učení
- ✓ žák si uvědomuje své místo a svoje hodnoty
- ✓ žák zažívá estetický prožitek
- ✓ žák rozvíjí svoji tvořivost, aktivitu a fantazii
- ✓ žák prožívá duchovní rozvoj

Pozitiva na úrovni pedagoga předpokládají pedagoga, který přijímá i jinou roli učitele a který vychází z nového pojetí dítěte jako osobnosti. Mezi přednosti projektového vyučování na úrovni učitele patří:

- ✓ učí se nové roli – poradce
- ✓ učí se vnímat dítě jako celek
- ✓ užívá nových možností hodnocení a sebehodnocení
- ✓ rozšiřuje své organizační dovednosti i plánování do budoucnosti

V souvislostech s okolním prostředím jmenujme další pozitivní vlivy projektového vyučování:

- ✓ propojuje život školy s okolím a obě prostředí se vzájemně obohacují
- ✓ zvyšuje zájem rodičů o dítě, vyučování a školu
- ✓ vede k zapojení rodičů a okolí do vyučování
- ✓ výstupy projektu jsou prospěšné i okolí

Poslední dimenzí v rozlišování jednotlivých pozitiv je samotný proces učení se. Projekty ve výuce ovlivňují vzdělávací proces pozitivně hned v několika bodech:

- ✓ učení není jen teoretické, ale má i činnostní povahu
- ✓ učení integruje vědomosti a dovednosti z různých oborů
- ✓ jde o nenásilný proces podpořený zájmem žáka
- ✓ proces učení respektuje individualitu
- ✓ orientuje se na lidské potřeby a život (Kratochvílová, 2006, s. 49-54).

Jistě se budeme setkávat i s druhou stranou mince - **negativa projektového vyučování**. Mezi zmíněnými nesmí jistě chybět například nutnost promyšlené organizace a řízení, dále to, že učitel musí citlivě odhadnout míru volnosti a odpovědnosti žáků, obsah projektu vzhledem k vyučování a koncentraci učiva, posloupnost učiva a také zohledňovat skutečnost, že jednotlivé činnosti nerespektují logiku životní situace.

V rámci projektového vyučování a realizace projektů bude ve výhodě vždy takový pedagog, který bude dobrým organizátorem a citlivým diagnostikem, dále také prognostikem a dobrým znalcem učiva (Valenta, 1993, s. 6-7).

## 2.5 Školní projekty ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie

Vzestup projektové činnosti na základních a středních školách potvrzuje četná pozitiva zmíněná v předešlé kapitole a poukazuje též na skutečnost, že k jeho realizaci je vyvíjeno čím dál více podnětů a to za strany pedagoga (tvorba vlastních projektů) či za strany nejrozličnějších institucí. Konkrétní náměty nabízejí také mnohé publikace, kdy za všechny můžeme uvést například ***Příručku příkladů dobré praxe***, která popisuje již uskutečněné projekty s různou tematikou (Mazáčová, 2008, s. 42). V rámci přípočdných předmětů se zařazování školních projektů přímo nabízí a jelikož školní projekty kombinují samostatnost, svobodný úsudek a široké spektrum forem a metod práce, jsou i žáky považovány za prostředek na zpestření výuky. Na ZŠ a SŠ se v dnešní době nejčastěji setkáváme s ekologickými či mikrobiologickými projekty. Jedná se o projekty vlastní či se na projektech podílejí například nadace, podniky a podnikatelská sdružení (vzrůstá otevřenost školy vůči veřejnosti). Školní ekologické projekty jsou akreditovány MŠMT ČR a s jejich organizací pomáhá například sdružení pro ekologickou výchovu TEREZA. Mezi množstvím projektů můžeme zmínit dlouhodobé projekty realizované na ZŠ a nižších gymnáziích: „**Les ve škole – škola v lese**“, „**Globe**“, „**Ozón**“, „**Kyselé deště**“, „**Jak se mají smrky**“, „**Všeho s mírou**“, „**Energie**“, „**Ostrovy a křižovatky**“ či „**Cesta za předky**“ (Švecová, 2001, s. 17-19). O zapojování projektového vyučování a realizaci projektu se aktivně usiluje i v rámci Evropy. Dokladem nám mohou být jednotlivé projekty jako **POLLEN**, **SINUS** nebo například **S-TEAM** (podle internetového portálu Škola BOV).

Projekty se stávají důležitými výchovnými prostředky, díky kterým žáci získávají celou řadu cenných dovedností a činností. Všechny získané položky pak mohou využívat ve svém životě. A i když jsou k dispozici nejrozličnější metodické pokyny, jak právě projektů využít ve výuce a jak integrovat konkrétní vyučovací předměty, žádná z metodických příruček nemůže plně zajistit žádané propojení školy s praxí. Pouhá metodika zde nestačí. Na samý závěr je potřeba zmínit, že i celková náročnost organizace projektového vyučování je kompenzována vzrůstajícím přispěním na straně žáků s ohledem na seznámení se s realitou života (Švecová, 2001, s. 16).



### 2.5.1 Badatelsky orientované vyučování

Vzhledem k projektovému vyučování je potřeba zmínit i možnost zapojení další didaktické metody a to badatelsky orientovaného vyučování (*inquiry based education*). Badatelsky orientované vyučování je pokládáno za **didaktickou metodu**, jež vychází z konstruktivistického přístupu ve vzdělání a jež efektivně aktivizuje žáky. Učitel zde nepředává učivo prostřednictvím výkladu (frontální výuky), ale vytváří znalosti prostřednictvím řešení problému a systému kladení otázek. Stejně jako u projektového vyučování zastává učitel pouze roli průvodce (podle internetového portálu Škola BOV, 2015). **Badatelské hodiny** (*inquiry lessons*) bývají definovány jako učební zkušenosti, kdy žáci interpretují data a posléze aplikují získané zákonitosti. Jedná se o typ výuky, který od žáků vyžaduje kladení otázek, zkoumání informací, vytváření hypotéz, shromažďování údajů a na samém konci i formulování závěrů. Dalším důležitým aspektem badatelských hodin je i generalizace. Žáci zde objevují zákonitosti, které zároveň objasňují zadaný úkol či řadu údajů vedoucích k jeho splnění. Nejceněnější položkou badatelsky orientovaného vyučování je ale bezesporu zapojení žáků do procesu autentického výzkumu (Pasch, 1998). **Mikrobiologické badatelské úlohy** mohou ve výuce suplovat, jinak organizačně náročné, praktické laboratorní cvičení a jsou proto ve všech ohledech jejich vhodnou modifikací. Výhodami badatelsky orientovaného vyučování jsou především možnost realizace badatelských úloh v prostředí třídy (není nutné provádět v laboratoři) a časová nenáročnost úloh (Pavlasová, 2014, s. 19).

Tvorbou badatelských činností se v letech minulých (1962) zabýval i **Suchman**. Vytvořil model (přiblíží nám ho *tabulka č. 3*), podle něhož badatelskou činnost vždy zahájí učitel výkladem o činnosti výzkumníka a uvede základní pravidla postupu při hodině. Model též uvádí, že na případné otázky žáků smí učitel odpovídat pouze „ano“ či „ne“. Žáci na základě kladení otázek a získaných odpovědí začnou izolovat jednotlivé proměnné a začnou si vytvářet obecné vztahy (hypotézy). Dalšími otázkami a pokusy svoji hypotézu ověřují. V samém závěru badatelských činností pak dochází k sebereflexi žáka a analýze jeho myšlenkových procesů (Pasch, 1998, s. 231-232).

Tabulka č. 3: Suchmanova badatelská hodina (vlastní zpracování podle údajů v publikaci Pasch, 1998, s. 231).

Typ hodiny	Použití	Hlavní vlastnosti (stádia)
Suchmanova badatelská hodina	formulace generalizací	1) pozorování záhadné události
		2) zjišťování informací pomocí uzavřených otázek
		3) ověření hypotézy kladením otázek či manipulací s proměnnými
		4) stanovení závěrů

Vzhledem k této problematice se třeba zmínit i skutečnost, že dnešní společnost postupně ztrácí zájem o přírodní a technické obory. Z tohoto důvodu je potřeba u žáků probouzet zájem o tyto disciplíny a jednou z takových snah je i BOV. Z hlediska zapojení do výuky jednotlivých předmětů, je BOV využitelné pro všechny přírodovědné předměty. Největší zastoupení mají však biologie, chemie a fyzika, neboť patří k předmětům, jež k experimentům na první pohled vybízejí. Na pravou míru by měla být uvedena i situace, kdy dochází k časté záměně a sloučení dvou rozdílných didaktických metod a to školní laboratorní práce a BOV. U obou těchto metod zaznamenáváme aktivní zapojení žáka do výuky, ale s tím rozdílem, že cílem laboratorních prací je pokus, zatímco při BOV je experiment pouze prostředkem k potvrzení či vyvrácení dané hypotézy. Přestože pedagog ví, co chce žáky naučit, nechává žáky, aby si prostřednictvím BOV přišli na náplň a obsah učiva sami a kladli si odpovídající otázky. I přes to, že se dané penzum znalostí prostřednictvím BOV směrem k žákům předává déle, než u běžné výuky, kompenzuje tuto situaci skutečnost, že si žáci jednotlivé informace lépe zapamatují, zařadí je do širších souvislostí a především si je lépe spojí s praxí (Doubava, 2014, s. 4-6).

Systém badatelsky orientovaného vyučování a jeho uplatnění ve výuce čítá nespočet pozitiv, z nich můžeme vyzvednout některé ceněné položky jako samostatnost práce žáka, spoluzodpovědnost žáka za dosažení cíle a rozvoj kooperace,

prostřednictvím níž dochází k formulaci metod, hypotéz a problému, pro něž je hledáno řešení. Právě zapojení badatelsky orientovaného vzdělávání pak může být vhodný způsob, jak v prostředí školy řešit kritické situace (podle internetového portálu Škola BOV, 2015).

## 2.6. Mikrobiologie

Mikrobiologie je jedním z přírodovědeckých oborů, který je nedílnou součástí obsahu vzdělávání přírodopisu a biologie a to v podobě RVP, ŠVP a dalších kurikulárních dokumentů. Patří ale především do výčtu dalších vzdělávacích oblastí, u nichž lze učivo předávat v podobě projektového vyučování a to velice efektivně, především pak názorně a trvale. Za pojmem mikrobiologie hledejme vědu, jež se komplexně věnuje studiu mikroorganismů. U obecné mikrobiologie poté mluvíme o vědě, která studuje obecné vlastnosti těchto **mikroorganismů (mikrobů)**. Za mikroorganismy jsou běžně považovány bakterie, sinice, řasy, mikromycety a jednobuněční prvoci a dle jednotlivých organismů pak můžeme rozlišovat jednotlivé podobory mikrobiologie: obecná bakteriologie, mykologie, virologie a parazitologie. S ohledem na možný negativní vliv mikroorganismů na makroorganismy – tedy i člověka, jsou v neposlední řadě zkoumány vlastnosti mikroorganismů odpovědné za vyvolání onemocnění pod záštitou lékařské mikrobiologie. Zkoumány jsou především míra patogenity<sup>8</sup> a virulence<sup>9</sup> jednotlivých mikroorganismů. S výše zmíněnými faktory jdou ruku v ruce i výzkum mechanismu obrany makroorganismu - obor imunologie a též obor epidemiologie.

Průkopníkem lékařské mikrobiologie se stal amatérský přírodovědec **Antony van Leeuwenhoek**, který jako první popsal mikroorganismy a v roce 1676 spatřil za pomoci zhotovené silné lupy, bakterie v povlaku svých zubů. Zakladatelem české lékařské bakteriologie se stal pražský patolog **Jan Hlava**, který společně s dalšími významnými postavami moderní mikrobiologie, jakými byli například František Patočka či Ivan Málka, objevoval původce jednotlivých onemocnění (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 31-37).

---

<sup>8</sup> Schopnost mikrobiálního druhu vyvolat onemocnění (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 31).

<sup>9</sup> Stupeň patogenity konkrétního mikrobiálního kmene (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 31).

Tak, jak bylo uvedeno výše, mikrobiologie zkoumá mikroorganismy a jejich jednotlivé vlastnosti. Za mikroorganismus považujeme *jednobuněčný, jen mikroskopicky viditelný organismus rostlinného nebo živočišného původu*, kam patří bakterie, sinice, řasy, houby a prvoci. Většina z těchto organismů mohou být však studovány různými metodami v různých oborech (např. botanika a řasy a houby), ale pouze bakterie (včetně cyanobakterií) jsou bezesbýtku předmětem mikrobiologie (Bednář a kol., 1996, s. 21).

### 2.6.1 Postavení bakterií v živé přírodě

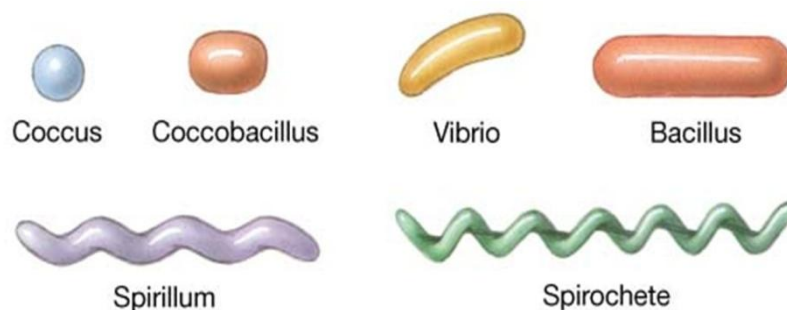
**Bakterie** (*Bacteria*) jsou definovány jako jednobuněčné organismy tvořené prokaryotní buňkou a jsou považovány za vůbec první obyvatelé planety Země. V rámci evolučního vývoje jsou bakterie považovány za velice úspěšné a to především kvůli svým schopnostem týkajících se přežití v nejrůznějších podmínkách (Pavlasová, 2009, s. 1). Bakterie byly dříve klasifikovány jako rostliny, ale dnes jsou zařazovány společně s archeobakteriemi do **nadříše prokaryot**. Na rozdíl od bakteriální nomenklatury, neexistuje oficiální klasifikace bakterií, až příručka *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* zavádí klasifikaci, která odráží jednotlivé vztahy mezi bakteriemi lépe (tabulka č. 4). Co se týče bakteriální nomenklatury, tak podléhá mezinárodním pravidlům binomické nomenklatury (každý druh má jméno rodu (*genus*) a druhu (*species*)). K identifikaci bakterií bývá často využívána přítomnost klasifikačních znaků.

Tabulka č. 4: Příklad klasifikace bakterií dle Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (vlastní zpracování podle údajů z publikace Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 39).

PŘÍKLAD KLASIFIKACE BAKTERIÍ	
taxon	příklad
<b>Doména</b> ( <i>Superregnum</i> )	<i>Bacteria</i>
<b>Kmen</b> ( <i>Phylum</i> )	<i>Firmicutes</i>
<b>Třída</b> ( <i>Classis</i> )	<i>Bacilli</i>
<b>Řád</b> ( <i>Ordo</i> )	<i>Bacillales</i>
<b>Čeleď</b> ( <i>Familia</i> )	<i>Streptococcaceae</i>
<b>Rod</b> ( <i>Genus</i> )	<i>Streptococcus</i>
<b>Druh</b> ( <i>Species</i> )	<i>Streptococcus pyogenes</i>

Mezi klasifikační znaky můžeme zařadit například tvar, barvitelnost buňky, vzhled kolonií, vztah ke kyslíku, schopnost štěpit či tvořit sloučeniny, ale také znaky genetické a potvrzení přítomnosti typických molekul v buňce. Všechny klasifikační znaky jsou následně zpracovávány za pomoci počítače (numerická taxonomie). Často se také můžeme setkávat s tím, že jednotlivé popisované druhy jsou pojmenovány podle jmen významných badatelů (např. *Acinetobacter schindleri* dle prof. LF UK Jiřího Schindlera) či podle charakteristických vlastností bakterie (např. *Streptococcus pyogenes* uvádí, že se jedná o kulovitou bakterii schopnou vyvolat tvorbu hnisu).

Jednotlivé druhy bakterií se identifikují podle specifických klasifikačních znaků, mezi něž patří například tvar a barvitelnost bakteriální buňky, vzhled kolonií, vztah ke kyslíku a další znaky genetické a molekulární znaky (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 36-40). **Tvar bakteriální buňky** a s ním spojená tvarová rozmanitost je u bakterií menší. Zpravidla rozlišujeme bakterie ve tvaru koule (kokus) či válce (tyčinky), která může být stočená do šroubovice. Výjimkou není ani spojování bakteriálních buněk do větších celků a to v dvojice (neiserie), řetízky (streptokok) či shluky (stafylokok). Jednotlivé tvary bakteriální buňky nám přibližuje *obrázek č. 4*.



*Obrázek č. 4:* Přehled tvarů bakterií - 1) kok (pravidelný tvar), 2) kokobacil (krátké tyčinky), 3) *Vibrio* (zakřivené tyčinky), 4) *Bacillus* (silné tyčinky), 5) *Spirillum* (nepravidelné spirály) a 6) spirocheta (vlastní zpracování podle internetového portálu Microbeonline, 2015).

Vliv činnosti bakterií na makroorganismus je nezpochybnitelný. Setkáváme se jak s vlivem pozitivním, tak negativním, ale i se situacemi, kdy se všudypřítomné bakterie v kontaktu s makroorganismem chovají pasivně a to z důvodu přítomnosti nevhodných podmínek k růstu a množení. Prvotně se podrobněji zmíníme o situaci, kdy mikroorganismy kolonizují makroorganismus, s kterým přišly do kontaktu. Nejruznějšími mechanismy dochází k proniknutí bakterie do vnitřního prostoru

makroorganismu, v němž následně dochází k pomnožení bakterií. Takový proces se nazývá **infekce**. Vztah mikroorganismu (např. bakterie) a makroorganismu (např. člověk) může poté fungovat ve dvou rovinách. Buďto se může jednat o vztah vzájemné součinnosti (**symbióza**) či jednostranného využívání (**parazitismus**), kde figurují parazit na jedné straně a hostitel na straně druhé. A právě v případě parazitismu přichází řeč na takové parazitické bakterie, které nejsou schopny vytvořit s hostitelem rovnováhu a u hostitele vyvolávají nemoc = **patogenní bakterie**. Právě míra patogenity každé bakterie závislá na druhotných vlastnostech hostitele a dalších vlastnostech bakterie rozhoduje o míře likvidace parazita nebo hostitele. Stupeň patogenity vyjadřuje pak sama virulence. Bakterie zde promlouvají do života makroorganismů, v těchto situacích působí zcela negativně a ve svém závěru mohou být příčinou nemoci či dokonce smrti. Na druhé straně je ale mnohem pozitivnější pohled na svět bakterií a jejich vliv na svět makroorganismů. Mluvíme například o výrobě alkoholických nápojů, sýrů, konzervaci potravin, zpracování kůže, výrobě antibiotik, vitamínu C či dalších nezastupitelných životních činnostech mikroorganismů, které jsou pro člověka v dnešní době v továrním měřítku běžnou součástí života.

V neposlední řadě jsou bakterie vhodným experimentálním objektem sloužící jako zobrazení nejzákladnějšího principu života tvořeného jedinou buňkou a přitom zcela v úplném provedení, jelikož právě na bakteriích byly získány první poznatky molekulární biologie (Bednář a kol., 1996, s. 23, 26-17, 35-36).

## 2.6.2 Růst a množení bakterií

Každá buňka, tedy i buňka bakteriální, je ve svém životě naprogramována tak, aby se množila a rostla. Roste však za předpokladu, pokud se nachází v podmínkách vhodného prostředí a může tak ze svého okolí získávat potřebné živiny a energii. Pokud jsou výše zmíněné podmínky splněny, syntetizuje bakteriální buňka všechny části svého těla, zvětšuje svou hmotnost a směřuje tak k závěrečnému příčnému dělení na dvě dceřiné buňky. Tyto buňky pak prodělávají stejný cyklus jako buňky předchozí a opět spějí k příčnému dělení. Takový souhrn pochodů nazýváme **buněčný cyklus**, který se u prokaryotních buněk, tedy i u bakterií, mírně liší a má svá specifika oproti ostatním organismům. Růst povrchových struktur bakterií je ovlivňován také jejich

individuálním vývojem. Průměrná generační doba bakterií je 20-60 minut a při takové rychlosti můžeme tedy uvažovat, že z jedné bakteriální buňky vznikne  $2,5 \times 10^{43}$  buněk. O této situaci mluvíme ale v případě, že růstové podmínky jsou příznivé pro růst ruku v ruce s tím, že množení neprobíhá v kultivačním mediu.

Množení bakterií lze i graficky vyjádřit za pomoci **růstové křivky**, která souvisí s délkou kultivace bakterií. Má čtyři základní fáze:

- 1) lag fáze
- 2) exponenciální fáze
- 3) stacionární fáze
- 4) death fáze<sup>10</sup>

Jednotlivé fáze střídají tři přechodné fáze a to fáze zrychleného růstu, fáze zpomaleného růstu a fáze poklesu. Každá z fází má svá specifika a růst a množení bakterií probíhá pouze v případě, pokud koncentrace živin a metabolitů je konstantní. V laboratorních podmínkách této situace můžeme dosáhnout, jestli pro bakteriální buňky v exponenciální fázi růstu máme k dispozici nové živné medium. Jedině tak mohou buňky pokračovat v množení bez znovuprocházení lag fáze (Jungbauerová, 1998, s. 21-23).

Důležité je samozřejmě rozlišovat **růst a množení bakterií *in vivo*** (v podmínkách přirozených - například půda, řeka, hostitel) a ***in vitro*** (v podmínkách uměle vytvořených - v laboratoři). Růst a množení bakterií v přirozeném prostředí nezávisí na jedné proměnné, ale na nespočtu proměnných, které se mohou neustále měnit. Výsledkem pak je, že většina bakterií se v přirozeném prostředí makroorganismu množí jen velmi pomalu či vůbec, nemnoží se pouze kultura jednoho druhu, ale mnoha různých druhů a mimo bakterií se vedle množí i další mikroorganismy jako například prvoci, které bakterie požírají. Následně pak v těle makroorganismu působí na jejich likvidaci imunitní systém. Koncentrace bakterií společně s živinami je pak v přirozeném prostředí velmi nízká, ale i přesto, že nedochází k růstu a množení bakterií, i tak zůstávají v metabolicky aktivním stavu. Růst a množení bakterií *in vitro* probíhá za

---

<sup>10</sup> Fáze hynutí a odumírání (Jungbauerová, 1998, s. 22).

uměle vytvořených podmínek v laboratoři. Pro růst bakterií se v laboratořích využívají **živná laboratorní media** (půdy). Pro jejich rozmanitost je zapotřebí rozlišovat media minimální a media komplexní. Jinak řečeno medium pro růst bakterií může být buď chemicky definované – minimální (např. glukóza), kde každá živina hraje svoji roli a médium je složeno jen z nejnezbytnějších živin nebo chemicky nedefinované – komplexní. Příkladem komplexního media je klasický masopeptonový bujon<sup>11</sup>. Dále můžeme rozlišovat media selektivní a diagnostická. Selektivní media podporují růst jen vybraných bakterií, zatímco brzdí růst jiných bakterií a media diagnostická obsahují různé indikátory (např. barviva), které reagují na růst bakterií. Zmínit nezapomeňme ani půdy tekuté a pevné (obohacené o zpevňovací agar). Jednat se může o růst bakterií v tekutém živném mediu ve formě homogenní suspenze či na zpevněných agarových půdách v podobě kolonie.

Bakteriální buňka je definována jako otevřený systém, který si s prostředím vyměňuje hmotu, energii a informace. Tvoří nedělitelný funkční celek (bakterie + prostředí) v němž prostředí ovlivňuje bakterii a bakterie mění prostředí. Je třeba mít na paměti, že uměle vytvořený bakteriální ekosystém je od toho přirozeného zcela odlišný a to především z toho hlediska, že přirozený bakteriální ekosystém je ekosystémem otevřeným a tím pádem tedy i průtočným (Bednář a kol., 1996, s. 63-64, 73-74, 79).

## 2.7 Vyšetřovací metody v mikrobiologii

Nejčastějším cílem vyšetřování většiny vzorků v mikrobiologických laboratořích je prokázání přítomnosti *etiologické agens*<sup>12</sup>. S ohledem na jednotlivé vyšetřovací postupy a metody je nezbytné, aby odběr či kultivace vzorku proběhla dle stanovených pravidel a nedocházelo tak ke zkreslení výsledků (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 199).

Přítomnost mikroorganismů lze prokázat buďto užitím metod přímých nebo metod nepřímých. Metody přímé zahrnují nejčastěji mikroskopii materiálů

---

<sup>11</sup> Složení masopeptonového bujonu:  
masový extrakt 10 g  
pepton 10 g  
NaCl 5 g  
destilovaná voda ad 1000 ml (Bednář a kol., 1996, s. 79).

<sup>12</sup> Původce vyšetřované infekce (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 199).



prostřednictvím nativních preparátů, kdy se využívají například **metody barvení** podle Grama, jež analyzují celkový přehled o materiálu či barvení podle Ziehla-Neelsena, které se využívá k průkaznosti mykobakterií. Další z možností metod přímých je **kultivace** neboli vypěstování mikroorganismů na vhodné půdě. Vyšetřování růstu a množení aerobních a anaerobních mikroorganismů za pomoci základních diagnostických půd (Jedličková, 2009, s. 33-35) a kultivační průkaz se uplatňuje především u izolovaných kmenů bakterií k testování citlivosti na antibiotika. Většina zkoumaných vzorků je očkována na kultivační půdy, jakými jsou krevní agar, Endova a MacConkeyho půda či bujon. Citlivost mikroorganismů na antibiotika se provádí za pomoci **diskového difuzního testu**, který je podrobně popisován v následující kapitole. Nepřímé metody jsou uplatňovány v diagnostice infekčního agens a podle stop, které zanechává v organismu, jsou vyvozovány jednotlivé analýzy. Nejčastěji hovoříme o přítomnosti protilátek či antigenu, jejichž množství a především rychlost růstu množství je určeno k diagnóze infekce makroorganismu. Ke stanovení protilátek ve vzorku se nejčastěji využívá metody aglutinace a jejich modifikací (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 200-205). Metody nepřímé se v mikrobiologii využívají za předpokladu, pokud není možné vzorek (bakterie, parazité, či viry) izolovat. Nevýhodou nepřímé metody je ale absence mikroorganismu rukou v ruce s absencí a nemožností zjištění rezistence a profilu citlivosti na ATB (Jedličková, 2009, s. 36).

Jednotlivé vyšetřovací a diagnostické metody jsou pravidelně prováděny v laboratořích k identifikaci patogenů a míry citlivosti mikroorganismů a vycházejí z předem stanovených pravidel pro hodnocení výsledků a z nich odvozených hraničních hodnot (Bednář a kol., 1996, s. 169, 173).

### **2.7.1 Disková difuzní metoda**

Disková difuzní metoda patří mezi přímé vyšetřovací metody mikrobiologie a zahrnuje diskový difuzní test (další termín pro označení = disková difuze). Diskový difuzní test slouží k vyšetřování antibiotické citlivosti u většiny bakteriálních patogenů s výhodou možnosti vyšetřování u všech druhů antibiotik bez vyžadování zvláštního vybavení. Velmi blízkou metodou je také MIC (stanovení minimální inhibiční koncentrace). Využívá se pro stanovení minimální inhibiční koncentrace antibiotika pro

vyšetřovaný kmen mikroorganismu. Jedná se o metody jednodušší, ale nákladnější, kdy princip metody je velice podobný diskové difuzní metodě, jen s rozdílem použití proužku nasyceného antimikrobiální látkou.

Principem diskové difuzní metody je, že citlivý mikrob kolem antibiotického disku nevyroste, ale kolem disku vznikne zóna inhibice růstu mikroba (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 201). Test se provádí na tzv. MH agaru = **Muller- Hinton agar**, kterým jsou vylévány jednotlivé Petriho misky do vrstvy standardní tloušťky (výška by měla být 4 mm +/- 0,5 mm s objemem 25 ml agaru na kruhovou plotnu 90 mm). Před použitím by měl být povrch ploten suchý a plotny by měly být skladovány při teplotách 8-10 stupňů celsia. K testování se používají jednotlivé **antibiotické disky**, které je potřeba skladovat před použitím v chladničce. Jednotlivé kolonie bakterií, které vyrostly na selektivní půdě, se rozstírají ve fyziologickém roztoku. Kolonie se odebírají sterilní mikrobiologickou kličkou nebo bavlněným tampónem z Petriho misky a jsou rozmíchány v roztoku. Suspenze inokula by měla odpovídat stupni 0,5 McFarlandova zákalového standardu a před použitím má dojít k jejímu protřepání, suspenze inokula se posléze očkuje na plotny – tzv. inokulace. Probíhá jako rovnoměrné rozetření suspenze bakterií po celém povrchu plotny. Následně (do 15 minut po inokulaci) musí dojít k aplikaci antibiotických disků (podle internetového portálu SZU). Standardem je aplikace šesti různých antibiotických disků za pomoci pinzety či aplikátoru antibiotických disků. Inkubace trvá 18 – 24 hodin. Výsledkem aplikace antibiotických disků je pak růst inhibičních zón v jejich okolí. Průměr inhibičních zón je měřen a porovnáván s tabulkami hraničních hodnot pro dané antibiotikum a mikroba. Za citlivý se považuje kmen se zónou stejnou nebo větší, za rezistentní vůči antibiotiku se považuje kmen se zónou užší. Hraniční koncentrace pro citlivost vybraných bakterií nám přibližuje *tabulka č. 5*. Inhibiční zóny mohou být vyhodnoceny i za pomoci šablon. Diskový test musí být přísně standardizován, jelikož jeho výsledek závisí na mnohých faktorech. Je nutné poukázat především na důslednost měření inhibičních zón a jejich porovnávání s tabulkami, jelikož pouhé odhadování citlivosti mikroorganismů dle zóny se považuje za hrubou chybu. Inhibiční zóny jsou nejčastěji měřeny digitálním posuvným měřidlem či jsou zachycovány televizní kamerou s následnou digitalizací obrazu, kdy se průměr každé naměřené zóny ukládá do datových souborů. Tyto soubory

slouží jako materiál pro zpracování a monitoring stavu rezistence mikrobiálních populací (Bednář a kol., 1996, s. 169-171).

Tabulka č. 5: Hraniční koncentrace pro vybrané bakterie a antibiotika (vlastní zpracování podle údajů z publikace Bednář a kol., 1996, s. 171).

HRANIČNÍ HODNOTY PRO DANÉ ANTIBIOTIKUM A MIKROBA			
antibiotikum	bakterie - obsah ATB v disku	inhibiční zóna	MIC <sup>13</sup>
Erytromycin	<i>Streptococcus pneumoniae</i> - 15 µg	≥ 21 mm	+/- 0,5 mg/l
Tetracyklin	<i>Streptococcus pneumoniae</i> - 30 µg	≥ 22 mm	+/- 2 mg/l
Amikacin	<i>Enterobacteriaceae</i> - 30 µg	≥ 17 mm	+/- 16 mg/l
Cefazolin	<i>Enterobacteriaceae</i> - 30 µg	≥ 18 mm	+/- 8 mg/l
Cefaclor	<i>Haemophilus influenzae</i> - 30 µg	≥ 20 mm	+/- 8 mg/l

#### 2.7.1.1 Senzibilita mikroorganismů a bakteriální rezistence

Senzibilita neboli **citlivost mikroorganismů** a zjišťování hodnot senzibility vypovídá o tom, zda vůbec či do jaké míry je určitý mikroorganismus citlivý na působení antibiotik. Vyšetřování senzibility se provádí na kultivačních vzorcích in vitro a k detekci senzibility mohou být voleny metody kvantitativní nebo kvalitativní. Kvantitativní vyjádření senzibility mikroorganismů se standardně stanovuje s pomocí minimální inhibiční koncentrace (MIC), minimální baktericidní koncentrace (MBC) nebo nepřímo za pomoci diskové difuzní metody a průměru inhibiční zony kolem disku. U každého kultivovaného vzorku není nutné vyšetřovat citlivost na všechna antibiotika, ale dle jednotlivých druhů mikroorganismů volit takovou sestavu antibiotik, jež má pro léčbu či monitoring význam. Ve všech těchto případech má vyšetření senzibility za cíl stanovit návrh terapie a dávkování, které povedou k odstranění mikroorganismů z těla makroorganismu (Bednář a kol., 1996, s. 169-172).

Citlivé mikroorganismy na straně jedné, však nejsou denním chlebem mikrobiologie, právě naopak. Mezi populacemi bakteriálních buněk vznikají i tzv.

<sup>13</sup> Minimální inhibiční koncentrace (Bednář a kol., 1996, s. 170).

mutanti, tj. buňky, na které antibiotikum neúčinkuje = **bakteriální rezistence** (Patočka, 1972, s. 138). Komplexně mluvíme o bakteriálních populacích, které jsou schopné přežít účinek inhibiční koncentrace příslušného antimikrobiálního preparátu, růst a množení se v přítomnosti ATB (Jedličková, 2009, s. 11). Pokud jsou v takovém případě aplikovány antimikrobní látky, dochází k situaci, kdy dojde k eliminaci senzitivních buněk a ke stagnaci buněk rezistentních, které se ještě více pomnoží. Tato situace se dá názorně pozorovat v uměle vytvořených podmínkách laboratoře prostřednictvím otiskové metody (dnes diskové difuzní metody), kdy můžeme v inhibičních zónách kolem disků pozorovat přítomnost některých rezistentních mikroorganismů, které nebyly inhibovány (Patočka, 1972, s. 138-139). Některé druhy mikroorganismů jsou již přirozeně (primárně) rezistentní vůči antimikrobním látkám (např. gramnegativní střevní tyčinky vůči penicilinu), ale existují i druhy mikroorganismů se **získanou rezistencí**, tj. jedná se o kmeny, které původně byly citlivé na určité antibiotikum, ale staly se rezistentními. Z hlediska genetického je příčinou rezistence nejspíše mutace či soubory mutací buněk. **Mechanismy vzniku rezistence** u mikrobiální buňky probíhají jako:

- ✓ změna cílové molekuly antibiotika
- ✓ zhoršení průniku antibiotika do buňky
- ✓ schopnost mikroba antibiotikum „vypumpovat“ z buňky
- ✓ inaktivace antibiotika za pomoci enzymů

V případech rezistence mikroorganismů na antibiotika lze využít kombinace antibiotik, které mohou oddálit vznik rezistence a rozšířit antibakteriální spektrum použití a případné léčby, ale nesmíme však zapomínat na možné nežádoucí účinky antibiotik, které mohou být toxické, alergické či biologické (Votava, Broukal, Vaněk, 2007, s. 165-167).

### **2.7.1.2 Antibiotika**

Antibiotika jsou rozmanité organické sloučeniny produkované nejrozličnějšími organismy. Právě zavedení antibiotik do léčebné praxe ve čtyřicátých a padesátých letech znamenalo významný obrat v lékařské terapii a umožňovalo zachraňovat mnohé lidské životy. Prvním takovým objeveným antibiotikem se stal **penicilin**. Strategie

antibiotik se ale neustále vyvíjela a to od izolace antibiotik z mikroorganismů přes biosyntézu až k chemické syntéze, není proto divu, že dnešní trh nabízí nepřeberné množství antibiotik čítající přes 150 druhů.

Antibiotika jsou látky mikrobiálního původu produkované nejrozličnějšími organismy, jako jsou například bakterie, kvasinky či rostliny. Nejčastějšími producenty jsou ale půdní organismy. Antibiotika jsou obecně považována za **antimikrobní látky**, užívají se k léčbě infekčních onemocnění a jejich činnost se projevuje inhibičním účinkem na životních dějích jiných buněk. Účinek těchto látek popsal již ve dvacátých letech **Alexander Flemming** u kolonie plísňe *Penicillium*, kdy pozoroval účinnou látku difundující do agaru. I dnes na tomto principu funguje tzv. disková difuzní metoda sloužící k potvrzení antimikrobiální aktivity látek. Účinek antibiotik může být dvojího typu: bakteriostatický<sup>14</sup> či bakteriocidní<sup>15</sup>, ale způsoby účinku antibiotik jsou v podstatě čtyři (Bednář a kol., 1996, s. 83-84):

- 1) **Inhibice syntézy buněčné stěny**, kdy antimikrobní látky inhibují buď tvorbu příčných propojení mezi peptidickými řetízky peptidoglykanu či inhibují vsunutí nového stavebního kamene do stávající peptidoglykanové struktury (např. penicilin)
- 2) **Dysfunkce cytoplasmatické membrány**, kdy působením antimikrobních látek dochází k dezorganizaci cytoplasmatické membrány a ztrátu osmotické bariéry či dochází k propustnosti cytoplasmatické membrány pro jiné kationty než je  $K^+$  (např. tyrocidin a gramicidin)
- 3) **Inhibice syntézy nukleových kyselin**, kdy dochází k vmezeření antimikrobních látek do dvoušroubovice DNA a dojde k blokaci replikace a transkripce či dojde k inhibici činnosti gyrázy<sup>16</sup> a následně k inhibici replikace a transkripce (např. aktinomycin D a nalidixová kyselina)

---

<sup>14</sup> Zabránění množení a růstu bakterií (Bednář a kol., 1996, s. 161).

<sup>15</sup> Usmrcení bakterií (Bednář a kol., 1996, s. 161).

<sup>16</sup> Enzym vytvářející superhelicitové pnutí do kruhu uzavřené dvoušroubovice DNA (Bednář a kol., 1996, s. 84).

4) **Inhibice proteosyntézy**, kdy dochází k blokaci nové aminoacyl - tRNA na ribosomu, k předčasnému uvolnění polypeptidu z ribosomu či k vazbě ribozomálních podjednotek na antimikrobní látky působících chyby v translaci (např. puromycin a tetracyklin).

Všechny výše zmíněné způsoby účinku antibiotik vedou ve svém závěru zpravidla k odstranění mikroba z prostředí. Ale i po odstranění mikroorganismu stále probíhá tzv. postantibiotický účinek (stav, kdy i bez přítomnosti antibiotika dochází k inhibičnímu účinku). Takovýto efekt může trvat různě dlouho, ale většinou se udává od 120 minut do pěti hodin. Tato doba se odvíjí od druhu antibiotika i mikrobu a také na délce expozice.

Antibiotika se jako antimikrobní látky třídí pro potřeby mikrobiologů a lékařů dle chemické struktury, spektra a mechanismu účinku, farmakologických vlastností či citlivosti a dle jednotlivých parametrů získaných kultivací in vitro se dělí do jednotlivých podskupin, jak nám přibližuje *tabulka č. 6* (Bednář a kol., 1996, s. 83-84, 160-163). Účinnost antibiotik je však z velké většiny ovlivňována rychle se šířící rezistencí mikroorganismů. Od roku 2000 dochází k vzestupu rezistence některých původců nemocí o desítky procent. Příčinou této situace je nesprávné užívání a nadužívání antibiotik v humánní a veterinární medicíně společně s nedostatky v preventivní činnosti kontroly infekcí. Z tohoto důvodu spadá tato problematika do kompetence Národního antibiotického programu (NAP), jenž vytváří dlouhodobé strategie za pomoci analýzy antibiotické rezistence a spotřeby antibiotik. NAP též zasahuje do národní antibiotické politiky, šíří světovou osvětu a vzdělává odbornou i laickou veřejnost (podle internetového portálu SZU).

*Tabulka č. 6: Přehled třídění antibiotik (vlastní zpracování podle údajů z publikace Bednář a kol., 1996, s. 163).*

TŘÍDĚNÍ ANTIBIOTIK			
<b>β-Laktamy</b>	Peniciliny	<i>Přirozené peniciliny</i>	penicilin G, penicilin V
		<i>Peniciliny rezist. k β-laktamázám</i>	oxalycin, nafcilin, cloxacilin, dicloxacilin, fluoxacilin
		<i>Aminopenicilini</i>	ampicilin, amoxicilin, sulbactam
		<i>Peniciliny protipseudomonadové</i>	ticarcilin, mezlocilin, piperacilin
	Cefalosporiny	<i>1. generace</i>	cefalotin, cefazolin, cefalexin

		2. <i>generace</i>	cefuroxim, cefuroxim axetil, cefamandol, cefoxitin, cefaclor
		3. <i>generace</i>	cefriaxon, cefotaxim, cefoperazon, ceftazidim, maxalactam
		4. <i>generace</i>	cefepim, cefpirom
	Karbapenemy		imipenem, meropenem
	Monobactamy		aztreonam
<b>Aminoglykosidy</b>			streptomycin, kanamycin, gentamycin, tobramycin, netilmycin, amikacin
<b>Tetracykliny</b>			tetracyklin, doxycyklin, minocyklin
<b>Makrolidy</b>			erytromycin, roxitromycin, azitromycin, josamycin
<b>Linkosamidy</b>			linkomycin, clindamycin
<b>Glykopeptidy</b>			vancomycin, teicoplanin
<b>Chinony</b>			ciprofloxacin, norfloxacin, ofloxacin, perfloxacin, lomefloxacin
<b>Antimykotika</b>			amphotericin B, clotrimazol, miconazol, ketoconazol, chloramfenikol, spectinomycin, rifampin, kolistin, fúsudová kyselina
<b>Sulfonamidy</b>			sulfametoxazol, sulfonamid

Popsáno a izolováno je v závěru podstatně více antibiotik, než je uváděno zkraje této kapitoly. Tato situace se dá vysvětlit tak, že mnohá z izolovaných antibiotik nemohou být v klinické praxi používána a to především pro svoji míru toxicity pro makroorganismus. V praxi se jich proto využívá jen několik desítek (Bednář a kol., 1996, s. 84).

### 3 PRAKTICKÁ ČÁST

Tato část práce je věnována projektovému vyučování, které bylo realizováno na ZŠ Ústavní v Praze. ZŠ Ústavní je základní školou pracující podle vlastní školního vzdělávacího programu „Naše škola“ a je fakultní školou Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze. **Mikrobiologický projekt *Síla antibiotik***, probíhal na 2. stupni ZŠ, konkrétně u 8. ročníku v rámci hodin přírodopisu a praktická část práce reflektuje všechny jeho části. Nejprve jsou popsány návrh a příprava mikrobiologického projektu *Síla antibiotik* společně s popisem průběhu potvrzení citlivosti mikroorganismů na antibiotika (ATB) provedeném v laboratoři Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze na katedře biologie a environmentálních studií. Dále je popsána předpokládaná realizace projektu a následně ověření projektu ve výuce, které počítá mimo jiné i s možnými alternativami, nezdary či dalšími nenadálými situacemi. V samém závěru byl celý mikrobiologický projekt *Síla antibiotik* za součinnosti žáků vyhodnocen, byly vyvozeny poznatky a závěry plynoucí z průběhu projektového vyučování, byla navržena možná doporučení, alternativy a rozšiřující aktivity pro případné vylepšení použitých metod projektového vyučování a byla popsána sebereflexe pedagoga.

#### 3.1 Příprava projektu

Příprava mikrobiologického projektu *Síla antibiotik* probíhala měsíce před samotnou realizací. Pro začátek bylo zapotřebí konstruovat především základní myšlenku projektu, název a téma projektu a jeho koncept. V pozadí samozřejmě nezůstaly ani výstup projektu, cíl projektu a další nezbytné organizační parametry. Na základě výše zmíněných položek byl vytvořen komplexní *protokol o přípravě projektu* (tabulka č. 7) a *předběžná kostra projektu* (tabulka č. 8), které jsou vloženy níže.

##### 3.1.1 Základní charakteristika projektu

Základní myšlenka při tvorbě a přípravě projektu byla jednoznačná, laicky řečeno: jak přenést prostředí laboratoře a výzkumu do prostředí třídy se zachováním laboratorních postupů a motivace. Ke kompenzaci laboratorního prostředí v prostředí školní třídy a k naplnění požadavků projektového vyučování bylo na samém začátku příprav projektu nezbytné splnit hned několik podmínek: 1) zvolit vhodný název a téma



projektu (název i téma měly za úkol žáky namotivovat a probudit v nich zájem o problematiku), 2) zvolit koncept projektu tak, aby na žáky byla přenesena únosná míra spoluzodpovědnosti za průběh a výsledky projektu („nyní se stanete vědci a vaším úkolem bude zkoumat...“), 3) stanovit obsah projektu, cíl projektu a další parametry nutné k jeho realizaci a 4) zvolit vhodné prostředí, pomůcky a další materiál.

Volba názvu mikrobiologického projektu - *Síla antibiotik* - naplňuje stručnost a výstižnost a přesto název skrývá část něčeho neznámého, co má žáky motivovat a probouzet v nich touhu dozvědět se o problematice více. S názvem projektu úzce souvisí i téma projektu, které bylo voleno na odbornější úrovni ruku v ruce s navozením prostředí laboratoře a rolí vědců – citlivost mikroorganismů na antibiotika. Téma projektu odráží skutečnosti reálného života každého jedince, kdy předpokládá, že každý žák byl někdy nemocen a léčen za pomoci antibiotik. Téma projektu zároveň vhodně posloužilo jako zadání pro úvodní brainstorming, kdy měli žáci za úkol zapřemýšlet nad tématem samotným bez udání dalších zpřesňujících informací.

Míra zodpovědnosti, v případě výše zmíněného projektu pak spíše míra spoluzodpovědnosti (projekt byl navrhnout učitelem), byla v projektu šita na míru školní třídy, která se s projektovým vyučováním v rámci přírodopisu setkává méně často. Bylo zapotřebí, aby projektové vyučování a vytvářený projekt byl co nejvíce „podnikem žáka“, ale vzhledem k tématu byla nutná poměrně značná intervence učitele a vstupní informace k projektu (např. téma, výzkumné otázky, cíl) byly předem jasně dané. Přesto, že se jedná o projekt v režii učitele, je na spoluzodpovědnost žáků na výsledcích a průběhu projektu kladen veliký důraz a samotná realizace projektu předpokládá především značné zapojení a samostatnost žáků, kdy učitel zastává pouze roli poradce. Se vstupními informacemi ve formě učitelovy teorie týkající se tématu projektu se žáci orientují v problematice a s dalšími pokyny uskutečňují a naplňují podstatu projektu. Případné nejasnosti a komplikace konzultují s učitelem. Vzhledem ke zkušenostem žáků s projektovým vyučováním byla zvolena organizační forma skupinové práce, která má podporovat sociální kontakt mezi žáky ve třídě a zvyšovat efektivitu požadovaného výsledku projektu díky předpokládaným diskuzím a poradám ve skupině. Předpokládaný počet žáků ve skupině byl pět. Tento počet se může odchylovat kvůli možným nenadálým absencím žáků a je tedy možné, že ne všechny skupiny

budou tento počet splňovat. Pro zvýšení efektivity spoluzodpovědnosti mají jednotliví žáci ve skupině své role (pozice). Každá z pěti rolí má svojí funkci a každá z těchto rolí má i svoji specifickou náplň práce. Jednotlivé role ve skupině jsou: a) **vedoucí** (je hlavním vedoucím skupiny, rozhoduje o všech postupech, činnostech a závěrech skupiny, ve sporných bodech má vždy poslední slovo), b) **mluvčí** (je komunikační složkou skupiny, vystupuje a sděluje otázky, dotazy, názory a výsledky skupiny, komunikuje s učitelem) c) **zapisovatel** (dokumentuje a zapisuje celý průběh projektu), d) **laborant 1** a e) **laborant 2** (oba laboranti se podílejí na veškeré praktické činnosti v rámci výzkumu – příprava materiálu a pomůcek, provedení pokusu). Všechny výše zmíněné role jsou rozděleny již na první projektové hodině a po celou dobu trvání projektu jsou neměnné.

Nosnými položkami celého projektu jsou ale bezpochyby obsah projektu, výstup projektu a cíl projektu. Jinak řečeno, k čemu bude vlastně celý projekt sloužit, co v rámci projektu budou žáci realizovat a k čemu mají dospět. Projekt byl zvolen jako badatelsky orientovaný a zahrnuje jednotlivé vědecké postupy a metody, které budou v projektu využívány. Jedná se například o bádání, experimentování, porovnávání či pozorování a mají v projektu definovat antibiotika jako látky, jež mají velikou sílu, a s jejich pomocí lze eliminovat či zahubit nejružnější mikroorganismy. Jednotlivé výukové metody a činnosti byly dopředu zmapovány a byly učitelem do projektového vyučování vhodně zařazeny a aplikovány. V projektu byly dále využity dvě vědecké metody: 1) **kultivace mikroorganismů** a 2) **disková difuzní metoda**. Díky aplikaci antibiotických disků na agarové medium budou moci žáci následně pozorovat difuzi antibiotik a sílu jejich účinku na kultivované mikroorganismy.

Klíčovou součástí plánování projektu bylo též stanovení výukových cílů v kognitivní, psychomotorické i afektivní oblasti. Výukové cíle byly stanoveny komplexně ve všech rovinách v podobě jediné věty a za pomoci aktivních sloves následujícím způsobem:

- ✓ *žáci na základě správné kultivace mikroorganismů a správné aplikace antibiotických disků odhalí, porovnají a vyhodnotí účinky antibiotik na kultivované mikroorganismy, zaujmají odpovědný přístup k řešené problematice a vyslechnou názor druhého ve skupině.*

Žáci po kontaminaci agarových půd a po aplikaci antibiotických disků pozorují a manipulují s jednotlivými vzorky, které mohou navzájem porovnávat a hodnotit sílu účinku jednotlivých antibiotických disků. Dalším cílem projektu je i získání dovednosti manipulace s jednotlivými laboratorními pomůckami. U obou výše zmíněných cílů se počítá s možnými komplikacemi, které by mohli bránit jejich splnění (např. destrukce pomůcek, nezdařená kultivace, nepochopení zadání). V takových případech se bude uplatňovat role učitele jako poradce a pomocníka ve všech nenadálých situacích.

Co se týče dalších organizačních parametrů projektu *Síla antibiotik*, projekt byl definován jako krátkodobý, realizovaný v průběhu jednoho měsíce s týdenními odstupy jednotlivých hodin. Celková časová dotace projektu činí 4 vyučovací hodiny, tedy 1 vyučovací hodina v 1 týdnu. Po dohodě s pí. učitelkou přírodopisu na ZŠ Ústavní v Praze byl projekt realizován přímo v hodinách přírodopisu, bude adekvátně naplňovat tematické plány a rozvrh třídy nebude změněn. Veškeré zázemí nezbytné pro realizaci projektu (např. lednice pro úschovu Petriho misek s agarovým médiem) bude po dobu trvání projektu plně k dispozici. Další informací z hlediska organizačních parametrů byl výběr základní školy s vhodnými prostorami pro realizaci projektu. Přesto, že ZŠ Ústavní v Praze nedisponuje laboratorní, podařilo se najít vhodnou – prostornou třídu s dostačujícím vybavením pro realizaci projektu. Informační zdroje a pomůcky jsou pro projekt vázané a nezbytné, vytvořené či zajištěné učitelem a slouží pro hladký průběh projektového vyučování. Předpokládané pomůcky korespondují s pomůckami využívanými v běžných laboratorních či jsou nahrazeny běžně dostupnými alternativami (př. vatové tyčinky na čištění uší místo mikrobiologické kličky). Materiál vzniká v průběhu realizace projektu (kultury bakterií izolované z okolního prostředí) a informační zdroje jsou žákům předkládány prostřednictvím výkladu učitele či jiných doplňkových položek (např. pracovní postup) vytvořených učitelem.

Nedílnou součástí projektu bylo i poučení žáků o bezpečnosti práce. Týkalo se především témat ochrany zdraví, ochranných pomůcek a manipulace s laboratorní technikou a kultivovaným materiálem. Poučení o kultivaci mikroorganismů, prevenci a ochraně zdraví proběhlo před samotným započítím projektu a poté bylo zmiňováno opakovaně v každé hodině. Žáci během realizace projektu využívají jednotlivé ochranné pomůcky jako je laboratorní plášť a chirurgické rukavice, které bylo zapotřebí

k realizaci projektu zajistit. Využívány byly dále jen ty bakterie, jenž žáci získali obtiskem prstu. Dbáno bylo též na sterilitu laboratorních pomůcek – použití jednorázových plastových pomůcek a na eliminaci přímého kontaktu se zkoumaným vzorkem – bakteriemi.

Mikrobiologický projekt *Síla antibiotik* byl realizován na ZŠ Ústavní v Praze v dubnu 2015. K hladkému průběhu zmíněného projektu bylo využito protokolu o přípravě projektu (viz *tabulka č. 7*) a kostry projektu (viz *tabulka č. 8*), jejichž jednotlivé body byly vytvořeny jako východisko zhodnocení a porovnání všech dostupných možností a metod v rámci projektového vyučování.

*Tabulka č. 7: Protokol o přípravě projektu (vlastní zpracování)*

<b>Název projektu:</b>  <div style="text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">SÍLA ANTIBIOTIK</div>	
<b>Autor:</b> Kateřina Kadlecová, 2. roč., NMGr., Pedf UK	
<b>Realizace:</b> 8. ročník ZŠ Ústavní Praha	<b>Školní rok:</b> 2014/2015
<b>Typ projektu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podle délky: krátkodobý s dlouhodobým přesahem</li> <li>• podle prostředí: školní</li> <li>• podle počtu zúčastněných: společný (třídní)</li> <li>• podle účelu: směřující k získání dovedností</li> <li>• podle navrhovatele: připravený uměle (učitelem)</li> <li>• podle organizace: jednopředmětový</li> <li>• podle informačních zdrojů: vázaný</li> </ul>	
<b>Stručný popis projektu:</b> Žáci kultivují mikroorganismy (otisk prstu) v agarovém médiu Petriho misky, na které aplikují antibiotické disky a pozorují účinnost antibiotik a senzibilitu mikroorganismů.	
<b>Výstup projektu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prezentace výsledků projektu</li> <li>- výstava Petriho misek ve třídě</li> <li>- vyplnění pracovního listu</li> </ul>	

<b>Cíl projektu:</b> 1) žák na základě kultivace mikroorganismů a aplikace antibiotických disků <i>odhalí, porovná a vyhodnotí</i> účinky antibiotik na různé zvolené mikroorganismy 2) žák získá schopnosti správné manipulace s laboratorní technikou 3) žák zaujmají odpovědný přístup k řešení problematice a vyslechnou názor druhého ve skupině		<b>Termín konání:</b> duben 2015
		<b>Třída:</b> 8. ročník
		<b>Návrh:</b> učitel
<b>Téma:</b> Citlivost mikroorganismů na antibiotika (zadáno předem).		
<b>Informační zdroje projektu a pomůcky:</b> vázané (materiál určuje a poskytuje učitel)		
<b>Předpokládané pomůcky:</b> Petriho miska, masopeptonová agarová půda, Mueller – Hintonův agar, antibiotické disky, sterilní plastové zkumavky, sterilní plastové pipety, plastová pinzeta, mikrobiologické kličky, „hokejky“, buničina, aplikátor antibiotických disků, destilovaná voda		
<b>Zaměření projektu:</b> badatelsky orientovaný projekt		
<b>Doba trvání projektu:</b> krátkodobý (4 týdny)	<b>Počet vyučovacích hodin:</b> 4	
<b>Prostředí projektu:</b> školní	<b>Místo realizace projektu:</b> ve vyučování přírodopisu	
<b>Počet zúčastněných na projektu:</b> 24	<b>Začlenění projektu do školního kurikula:</b> jednopředmětové (přírodopis)	
<b>Organizační struktura:</b> skupinová práce (skupiny po 5), individuální práce, hromadná výuka		
<b>Předpokládané činnosti:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• motivace (motivační rozhovor, pojmové mapy)</li><li>• třídění informací o tématu projektu a seznámení s pracovním postupem</li><li>• příprava pracoviště a poučení o bezpečnosti práce</li><li>• kultivace mikroorganismů a aplikace antibiotických disků</li></ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• úklid</li> <li>• shrnutí informací týkající se problematiky senzibility mikroorganismů</li> <li>• společné zhodnocení, zpětná vazba</li> </ul>	
<b>Předpokládané výukové metody:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• metody slovní – rozhovor, vysvětlování</li> <li>• metody názorně demonstrační – předvádění činnosti</li> <li>• metody praktické – pracovní dovednosti</li> <li>• brainstorming</li> <li>• metody diskusní</li> <li>• metody řešení problémů</li> </ul>	
<b>Způsob prezentace projektu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentace písemná s ústním představením (zapisovatel a mluvčí)</li> <li>• výstava Petriho misek s aplikací antibiotických disků ve třídě</li> </ul>	
<b>Způsob hodnocení:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• řízená diskuze</li> <li>• hodnocení učitelem (co se nám zdařilo, jak se nám pracovalo)</li> <li>• hodnocení žáky</li> </ul>	
<b>Návaznost na projekt:</b>  x	<b>Pokračování projektu:</b>  ano
<b>Mapování tématu:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dostupnost informačních zdrojů a pomůcek</li> <li>- dostatečné vstupní znalosti žáků v předmětu přírodopis prokazují dobré předpoklady většiny žáků 8. ročníku pro zpracování projektu</li> <li>- na jednotlivých úkolech se podílejí především žáci, učitel zastává roli poradce</li> <li>- výsledky práce budou zveřejněny a s jednotlivými závěry se bude dále pracovat v následujících projektech</li> </ul>	
<b>Formulace zadání projektu pro žáky:</b> Ve skupinách porovnejte velikost účinku antibiotik na různé mikroorganismy.	
<b>Poznámky:</b>	

Tabulka č. 8: Kostra projektu (vlastní zpracování)

<b>Název projektu:</b>  <p style="text-align: center;"><b>SÍLA ANTIBIOTIK</b></p>		
<b>Školní rok:</b> 2014/2015	<b>Termín konání:</b> únor 2015	<b>Třída:</b> 8. ročník
<b>Téma:</b> Citlivost mikroorganismů na antibiotika (zadáno předem).		
<b>Kostra:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• žáci pracují ve skupinách po 5, vybírají si jednotlivé role ve skupině (vedoucí, mluvčí, zapisovatel, laborant 1 a laborant 2) za které jsou plně zodpovědní</li> <li>• informační materiály a pomůcky zajišťuje a do hodiny přináší učitel</li> <li>• práce na projektu je realizována v hodinách přírodopisu (projekt je součástí běžného rozvrhu)</li> <li>• časový harmonogram projektu byl stanoven na 4 vyučovací hodiny, které budou realizovány odděleně (1 hodina týdně), výsledky práce na projektu budou známy koncem prosince 2014</li> <li>• cíle a hypotézy byly předem pevně stanoveny učitelem, badatelsky orientovaný projekt má rozvinout další možné hypotézy žáků, které mohou v průběhu projektu formulovat</li> <li>• stěžejní je aktivní zapojení žáka do projektu, učitel zaujímá roli poradce a přihlížejícího</li> <li>• alternativní postupy nejsou prozatím stanoveny (stanovení až v rámci realizace)</li> <li>• plán řešení dané tematiky je pevně stanoven učitelem (žáci obdrží pracovní postup)</li> <li>• práce na projektu byla rozdělena na 3 části:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) shromáždění potřebných informací k realizaci zvoleného projektu – 1 vyučovací hodina</li> <li>2) laboratorní praktikum (stěžejní je jak úroveň samostatné práce žáka, tak úroveň komunikativních kompetencí žáka ve skupině, případná volba alternativních postupů) – 2 vyučovací hodiny</li> <li>3) vyhodnocení a předání výsledků projektu (řízená diskuze, dotazník, přednesení výsledků skupiny před třídou) – 1 vyučovací hodina</li> </ol> </li> </ul>		
<b>Poznámky:</b>		

### 3.1.2 Příprava výukových materiálů

K realizaci projektu *Síla antibiotik* byly využity i další doplňkové položky – výukové materiály, jejichž úkolem je zefektivnění průběhu projektu. Takový projekt, se zapojením výukového materiálu ze strany pedagoga, by měl reflektovat snadnější průběh projektu, eliminaci komplikací a nejasností a všemi možnými postupy naplňovat odpovídající výstup a cíl projektu. Mezi výukové materiály byly zařazeny především:

- ✓ příprava pedagoga na vyučování včetně přípravy na výklad
- ✓ pracovní postup pro žáky
- ✓ záznamový arch skupiny

Výše zmíněné položky jsou podrobně rozebrány v následujících kapitolách. Všechny výše zmíněné položky byly nabídnuty žákům jako prostředek k úspěšné realizaci projektu a u každé projektové hodiny jim bylo věnováno přiměřené množství času, tak, aby každá z položek měla v hodině své místo. Velký důraz byl kladen na výklad a zpřesňující informace pedagoga, jenž musí být plně informován o tématice projektu a schopen adekvátně zareagovat na možné vzniklé problémy. Pracovní postup a záznamový arch skupiny jsou pedagogem předem vytvořené materiály, díky kterým se žáci orientují v problematice a které vedou žáky k dosažení cíle.

#### 3.1.2.1 Příprava pedagoga na vyučování včetně přípravy na výklad

Komplex výukových materiálů a realizace projektu klade na výklad pedagoga, jeho samotnou přípravu a užití didaktických metod a postupů veliký důraz, a to hned z několika důvodů: a) ztotožnění žáka s projektem, b) teoretický základ pro žáky vedoucí ke splnění cíle projektu, c) motivace a d) řešení možných vzniklých problémů. Výklad a příprava pedagoga v rámci projektu nepředstavuje pouze centrum teoretických informací od pedagoga pro žáky, ale četné množství zpřesňujících informací, motivačních vložek a shrnujících komentářů v průběhu trvání projektu. Vhodná volba jednotlivých didaktických metod a postupů zaštiťuje celý výklad pedagoga a adekvátně zvyšuje efektivitu projektu.

Ke všem výše zmíněným položkám je zapotřebí, aby byl pedagog plně informován a ovládal teoretický základ problematiky projektu. Mapování tématu



projektu probíhá měsíce před samotnou realizací a vede k eliminaci jakéhokoli zaváhání či neschopnosti odpovědět na otázky žáků v průběhu realizace projektu. Výklad pedagoga jako takový je striktně odlišný od frontální výuky běžné vyučovací hodiny a je upraven vzhledem k potřebám projektu. Vzhledem ke znakům projektového vyučování týkajícího se co největšího zapojení žáka nebylo ani možné frontální výuku uskutečnit. Z tohoto důvodu každá projektová hodina začíná stručným úvodem pedagoga (sdělení tématu hodiny a cíle hodiny) a následně jsou voleny vhodné didaktické postupy a metody (např. brainstorming), kdy jsou více zapojeni žáci než sám pedagog. Výklad pedagoga se snaží být motivující, snaží se jednotlivé činnosti v rámci projektu převádět do reálného života a nezapomíná žáky neustále aktivizovat (čtené otázky a doptávání). Pedagog se snaží žáky navádět ke správné odpovědi, aniž by sám odpověď prozradil – tato situace může zahrnovat nejrůznější slovní nápovědy či ukázky obrázků. Vhodně může být zařazena například i nápověda od ostatních žáků ve skupinách. K růstu motivace žáků může přispět i vyprávění příběhů a zkušeností jednotlivých žáků týkající se tématu projektu (např. „*jednou jsem měl angínu a první antibiotika mi vůbec nezabrala a...*“). Ke zvýšení míry motivace lze využít i soutěže mezi jednotlivými skupinami žáků. Nedílnou součástí projektu je i zpětná reakce směrem od pedagoga k žákům. Krátké shrnutí má probíhat na konci (je možné i v průběhu vyučování) každé projektové hodiny, kdy pedagog krátce pohovoří o proběhlé práci a činnostech žáků. Je důležité zmínit, že dle jednotlivých nahodilých situací jsou vždy voleny takové didaktické postupy a metody a takový styl výkladu pedagoga, který odpovídá především aktuálnímu třídnímu klimatu.

Práce pedagoga v projektovém vyučování je jistě nezastupitelná, přesto se ale snažíme předat část zodpovědnosti na naše žáky a nechat průběh hodiny tak trochu na nich. Pedagog zde vystupuje především v roli poradce a zasahuje v jakýchkoli nesnázích. Velmi vhodné je též ve spojitosti s projektovým vyučováním budovat vztah učitel – žák chápající rovnost obou jedinců a odsuzující autoritativní výchovu. Není jistě pochyb o tom, že pedagog by měl dostatečně dopředu promýšlet, jak či konkrétně jakým způsobem učivo žákům předávat, ale je důležité zmínit, že kterýkoliv výklad pedagoga nemůžeme jistě považovat za předem pevně daný a není možné ho striktně

naplánovat, jelikož může odbočovat od stanovené struktury vždy, když to zrovna nejméně čekáme.

### 3.1.2.2 Pracovní postup pro žáky

Dalším z výukových materiálů k realizaci projektu Síla antibiotik, ze strany pedagoga, byla příprava a tvorba *pracovního postupu pro žáky*<sup>17</sup>, který bude žáky využíván v jednotlivých projektových hodinách společně s výkladem pedagoga a jehož strukturu nabízí *tabulka č. 9*. Pracovní postup obsahuje všechny náležitosti, jako je název projektu, téma a organizační struktura. Pracovní postup má ale především žáky převést do děje projektu a to prostřednictvím teoretického úvodu, náplně práce a informovanosti o potřebných pomůckách a materiálu a díky jednotlivým pokynům má skupiny žáky vést k úspěšné realizaci jednotlivých projektových hodin. Jednotlivé postupy a pokyny byly zpracovány stručně a bodově a slouží skupinám žáků k orientaci a následnosti činností. Výše zmíněné postupy a pokyny je zapotřebí doplnit výkladem a zpřesňujícími informacemi pedagoga. Pracovní postup vložený níže je pro potřeby diplomové práce vložen jako jeden celek, skupinám žáků však budou jednotlivé pracovní postupy předkládány pro jednotlivé hodiny zvlášť. Pro každou skupinu žáků bude k dispozici 1 pracovní postup. V průběhu realizace projektu každá skupina žáků obdrží 3 pracovní postupy.

Tabulka č. 9: Pracovní postup pro žáky (vlastní zpracování)

Název projektu:		
<b>SÍLA ANTIBIOTIK</b>		
<b>Citlivost mikroorganismů na antibiotika</b>		
Školní rok:	Termín konání:	Třída:
2014/2015	duben 2015	8. ročník

<sup>17</sup> vlastní zpracování podle údajů z publikace Pavlasová (2014) a podle údajů z publikace Pavlasová, Tarabová (2010)).

### **Teoretický úvod:**

Právě objev antibiotik je označován za jeden z nejdůležitějších objevů medicíny. Antibiotika jsou léčiva, s jejichž pomocí je dnes možné léčit nesčetné množství infekčních stavů jako je například zápal plic, zánět středního ucha či angína. Účinek antibiotik spočívá v odstranění mikroorganismů z těla s konečným výsledkem zabránění nemoci. Antibiotika mají své dvě cesty působení: buď zastavují růst jednotlivých bakterií či je neúprosně hubí. Ruku v ruce s působením antibiotik na bakterie se mění i citlivost bakterií na antibiotika. Jinak řečeno, ne každé antibiotikum může aktivně působit na každou bakterii. Možný je i případ, kdy dané antibiotikum na bakterii vůbec nepůsobí (tzv. rezistence). Proto je v současné době na trhu mnoho různých antibiotik, které rozdělujeme dle jejich účinku. Jako nejznámější antibiotikum budete jistě znát například *penicilin*.

Vy sami si v projektu Síla antibiotik vyzkoušíte vypěstovat mikroorganismy na pevných agarových půdách a zamezit růstu bakterií prostřednictvím aplikace antibiotických disků.

### **Pomůcky:**

Plastové Petriho misky s masopeptonovou agarovou půdou, plastové Petriho misky s Mueller – Hintonovým agarem, aplikátor antibiotických disků, sterilní plastové zkumavky, sterilní plastové pipety, mikrobiologické kličky, „hokejky“, destilovaná voda, antibiotické disky, buničina

### **Materiál:**

Čisté kultury bakterií izolované z okolního prostředí (otisk prstu)

### **Pracovní postup:**

#### **1. hodina – Kontaminace agarových půd**

- 1) Petriho misky s masopeptonovou agarovou půdou z boku popíšeme permanentním fixem
- 2) agarovou půdu na Petriho misce kontaminujeme mikroorganismy:
  - otisk neomytého prstu přímo na agarovou půdu (1 Petriho miska = 1 otisk prstu)
- 3) Petriho misky zakryjeme víčkem a ponecháme 1 týden při pokojové teplotě, na tmavém místě a dnem vzhůru

4) zapisovatel průběžně zapisuje do záznamového archu skupiny

5) uklidíme své pracovní místo

## **2. hodina – Izolace čisté kultury (přeočkování)**

1) nové Petriho misky s masopeptonovou agarovou půdou popíšeme permanentním fixem

2) vybrané 3 kolonie bakterií odebereme mikrobiologickou kličkou a na povrch agarové půdy Petriho misky jí zlehka nakreslíme klikatou čáru (do agaru neryjeme)

- 1 Petriho miska = 3 izolované kultury (pozor na smíchání izolovaných kolonií)

3) Petriho misky zakryjeme víčkem a ponecháme 1 týden při pokojové teplotě, na tmavém místě a dnem vzhůru

4) zapisovatel průběžně zapisuje do záznamového archu skupiny

5) uklidíme své pracovní místo

## **3. hodina – Aplikace antibiotických disků**

1) nové Petriho misky s Mueller – Hintonovým agarem popíšeme permanentním fixem

2) do zkumavky napipetujeme 1 ml destilované vody

3) mikrobiologickou kličkou setřeme jednu kolonii z čisté kultury bakterií a rozmícháme ji v destilované vodě → zakalená směs

4) směs nalijeme na Petriho misku, rozetřeme „hokejkou“ a necháme vsáknout do agaru

5) za pomoci aplikátoru antibiotických disků aplikujeme na agar 6 různých antibiotických disků

6) Petriho misky zakryjeme víčkem a ponecháme 2 – 3 dny při pokojové teplotě, na tmavém místě a dnem vzhůru

7) zapisovatel průběžně zapisuje do záznamového archu skupiny

8) uklidíme své pracovní místo

### 3.1.2.3 Záznamový arch skupiny

Posledním výukovým materiálem k realizaci projektu *Síla antibiotik* byla i příprava a tvorba *záznamového archu skupiny* (tabulka č. 10). Úlohou záznamového archu skupiny je zvýšení efektivity skupinové práce, která spočívá především v rozdělení jednotlivých rolí ve skupině. Žáci si své role zvolí již při první projektové hodině, hned poté co jsou rozřazeni do jednotlivých skupin. Tyto role jsou stávající po celou dobu trvání projektu a s tím souvisí i míra odpovědnosti za vykonanou práci každého člena skupiny. Následuje zápis potřebných pomůcek a materiálu s dopomocí pedagoga a soupis jednotlivých činností v rámci jedné projektové hodiny. Důležitým bodem záznamového archu skupiny je i menší zhodnocení jednotlivých projektových hodin v rámci skupiny žáků (co se nám v dnešní hodině podařilo/nepodařilo?) – do tohoto procesu pedagog nezasahuje. Nedílnou součástí záznamového archu skupiny je v samém závěru i stvrzující podpis každého člena skupiny. Záznamový arch skupiny je vložen níže a to v totožné podobě, ve které bude předkládán skupinám žáků při realizace projektu.

Tabulka č. 10: Záznamový arch skupiny (vlastní zpracování)

<b><u>ZÁZNAMOVÝ ARCH SKUPINY (vyplňuje zapisovatel)</u></b>		<b>Datum:</b>
<b>Téma hodiny:</b>		
<b>Členové</b>		
<b>Role:</b>	<b>Jméno:</b>	
<b>vedoucí</b>		
<b>mluvčí</b>		
<b>zapisovatel</b>		
<b>laborant 1</b>		
<b>laborant 2</b>		
<b>Pomůcky pro dnešní hodinu:</b>		
.....		
.....		

**Materiál pro dnešní hodinu:**

.....  
.....

**Činnost skupiny:**

.....  
.....  
.....  
.....

**Co se nám v dnešní hodině podařilo/nepodařilo?**

.....  
.....

***Podpisy všech členů skupiny***

.....

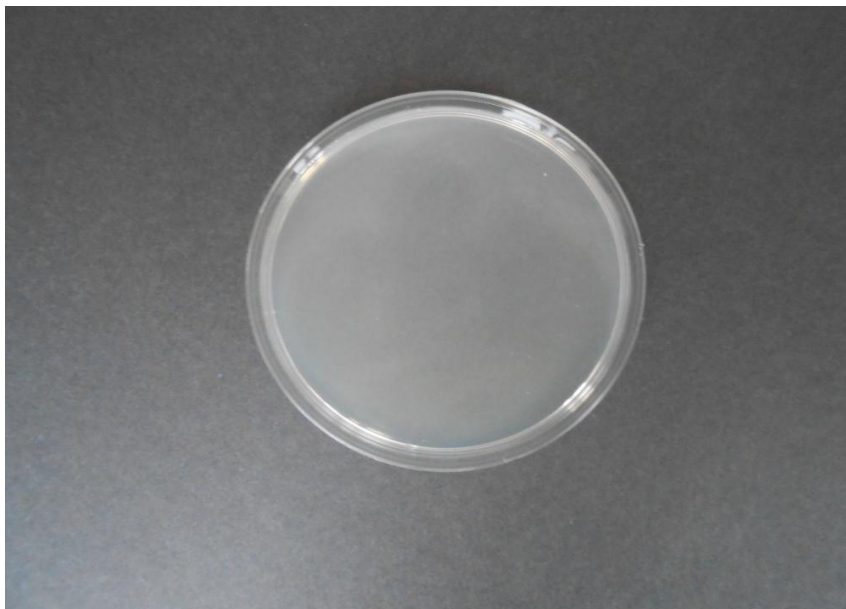
Společně s pracovními postupy obdrží vždy každá skupina žáků i záznamový arch skupiny. Každá ze skupin žáků obdrží tedy v průběhu realizace projektu celkem tři záznamové archy skupiny. Úkolem zapisovatele skupiny je po dohodě s ostatními členy skupiny vést podrobný záznam z průběhu projektové hodiny. Na konci hodiny jsou záznamové archy skupin vybrány pedagogem s cílem posloužit zpětné sebereflexi.

### **3.1.3 Ověření citlivosti mikroorganismů na ATB**

V rámci přípravy mikrobiologického projektu *Síla antibiotik* probíhalo v listopadu 2014 v laboratoři katedry biologie a environmentálních studií Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze ověření obou projektových výzkumných metod, tedy ověření **kultivace mikroorganismů** a ověření **diskové difuzní metody**. Obě z výše zmíněných metod byly v laboratoři ověřovány z důvodu jejich následného zapojení do projektu ve školním prostředí. Ověřování mělo dále za úkol, před samotnou realizací projektu, eliminovat chyby a nejasnosti a upozornit pedagoga na jejich možný výskyt.

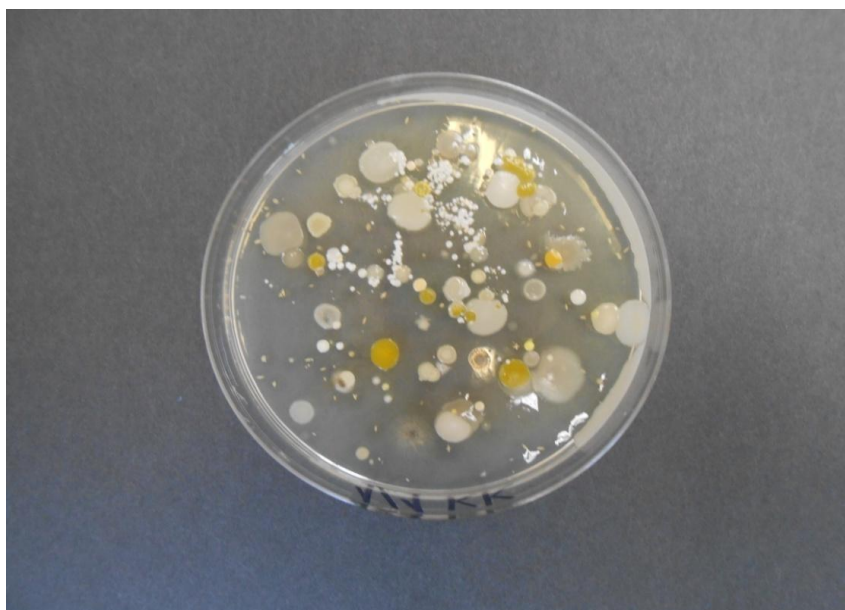
Senzibilita mikroorganismů byla zkoumána ve čtyřech na sebe navazujících termínech, vždy s odstupy jednoho týdne, tedy podobně, jak tomu bude při ověřování na ZŠ. Průběh zkoumání byl zdokumentován fotografiemi (viz *obr. 2 – 7*), které jsou součástí diplomové práce, a je jimi prokládán následující text.

Náplní první hodiny byla **kontaminace agarových půd** za pomoci otisku prstu. Petriho misky (3) s masopeptonovým agarem v sérii 1 byly nejprve na boku označeny popisovačem pro jejich rozlišení (1/1, 1/2, 1/3) a následovně kontaminovány za pomoci otisku prstu na masopeptonový agar (*obrázek č. 5*). Na otisk bylo využito bříško ukazováčku. Po kontaminaci byly Petriho misky s masopeptonovým agarem uzavřeny, uloženy do krabice a ponechány 1 týden při pokojové teplotě.



*Obrázek č. 5:* Petriho miska s masopeptonovým agarem kontaminována za pomoci otisku prstu (vlastní fotografie).

V následující druhé hodině byly vyhodnoceny výsledky kontaminovaných Petriho misek s masopeptonovým agarem z minulé hodiny. Reflexe spočívala ve vyhodnocení růstu a množství mikroorganismů. U našich vzorků byl nejčastější výskyt kolonií bakterií (jak ukazuje i *obrázek č. 6*) a sporadický výskyt plísní. Četný růst bakterií na agarovém mediu potvrzuje vhodné podmínky k růstu a absenci chyb při kontaminaci agarových půd. Kontaminovaný vzorek též potvrzuje přítomnost různých bakterií na lidském těle (bříško prstu).



Obrázek č. 6: Výsledek kontaminace Petriho misky s masopeptonovým agarem – výskyt kolonií bakterií (vlastní fotografie).

Díky růstu četného množství kolonií bakterií bylo nutné jednotlivé kolonie bakterií (3) vyizolovat a přeočkovat. **Izolace čisté kultury** a přeočkování se provádělo na nové sterilní Petriho misky s masopeptonovým agarem. Petriho misky (2) v sérii 2 byly nejprve na boku označeny popisovačem k jejich rozlišení (2/1, 2/2). Za pomoci sterilní plastové mikrobiologické kličky byly z jednotlivých kontaminovaných Petriho misek z minulé hodiny (3) vybírány různé (barevně rozlišitelné) kolonie bakterií, jež byly rozetřeny na nové agarové médium Petriho misky (kresba klikaté čáry na povrch masopeptonového agaru). Při náběru kolonie bakterií na mikrobiologickou kličku bylo zapotřebí dbát na to, aby byla izolována pouze jedna kolonie bakterií a při kresbě na masopeptonový agar bylo nutné kresbu provést zlehka bez porušení agaru (např. rytí). Každá ze dvou Petriho misek v samém závěru obsahovala 3 izolované kolonie bakterií. Je třeba zmínit, že na izolaci kolonie bakterií bylo zapotřebí použít vždy sterilní mikrobiologickou kličku, tj. na izolaci tří kolonií bakterií na jedné Petriho misce bylo zapotřebí tří mikrobiologických kliček. Po izolaci čisté kultury byly Petriho misky s masopeptonovým agarem uzavřeny, uloženy do krabice a ponechány 1 týden při pokojové teplotě.

V následující třetí ověřovací hodině, s týdenním odstupem, byly odečteny výsledky nárůstu jednotlivých izolovaných čistých kultur z minulé hodiny. Jak



reflektuje i *obrázek č. 7*: množství a oddělený růst tří bakterií potvrzuje, že odběr za pomoci mikrobiologické kličky i samotná izolace čisté kultury proběhly úspěšně a nedošlo k smíchání jednotlivých kolonií bakterií. Vhodný byl i výběr barevně odlišných druhů kolonií bakterií, který nám posléze umožňoval lepší orientaci a pozorování v jednotlivých Petriho miskách.



*Obrázek č. 7*: Nárůst tří izolovaných kultur bakterií v Petriho misce s masopeptonovým agarem (vlastní fotografie).

Největší podíl práce týkající se ověřování citlivosti mikroorganismů na antibiotika náležel třetí hodině, v níž probíhalo nejen odčítání výsledků týkající se izolovaných čistých kultur z minulé hodiny, ale také i počátek **ověřování diskové difuzní metody**. Náplň práce spočívala v izolaci dvou kolonií bakterií z dvou Petriho misek s čistými kulturami z minulé hodiny a aplikaci antibiotických disků. Tato část ověřování kladla mimo jiné veliký důraz na sterilitu prostředí, pomůcek a materiálu. Petriho misky (2) s Mueller – Hintonovým agarem v sérii 3 byly nejprve z boku označeny popisovačem k jejich rozlišení (3/1, 3/2). K izolaci dvou kolonií bakterií bylo zapotřebí použít dvě sterilní skleněné zkumavky (sterilizace probíhala nad kahanem), které byly označeny popisovačem k jejich rozlišení (1, 2) a dvě sterilní plastové mikrobiologické kličky, s jejichž pomocí došlo k náběru požadované kolonie bakterií. Do každé sterilní skleněné zkumavky byl za pomoci sterilní plastové pipety napipetován 1 ml destilované vody a

byly rozmíchány jednotlivé čisté kultury bakterií za vzniku zakalené suspenze (za pomoci mikrobiologické kličky bylo zapotřebí směs rozmíchat a se zkumavkou bylo zapotřebí mírně zatřepat). S takto připravenou suspenzí bylo dále nakládáno následovně: suspenze byla přímo ze zkumavky nalita na Mueller – Hintonův agar Petriho misky a za pomoci sterilní skleněné „hokejky“ rozetřena po celé ploše agarového média. Následně bylo zapotřebí Petriho misku vyčkat několik minut (cca 5-7 minut), než se suspenze vsákne (z tohoto důvodu je potřeba volit Petriho misky s Mueller – Hintonovým agarem, jelikož jeho složení s příměsí škrobu podporuje vsáknutí suspenze). První vzorek (3/1) byl již po několika minutách připraven k aplikaci antibiotických disků, ale druhý vzorek (3/2) vykazoval problémy se vsakováním suspenze, bylo proto zapotřebí ponechat mu delší časový interval (cca 10 minut).

U prvního vzorku bylo následovně přistoupeno k **aplikaci antibiotických disků** za pomoci aplikátoru antibiotických disků. Do aplikátoru antibiotických disků bylo vloženo 6 zásobníků s rozličnými druhy antibiotických disků a působícím antibiotikem (jednotlivé druhy antibiotik jsou uvedeny i s mechanismem účinku)<sup>18</sup>:

- 1) **Erythromycin (15 ug) E15** - inhibice bakteriální proteosyntézy
- 2) **Nitrofurantoin (300 ug) F300** - interference s bakteriální DNA
- 3) **Penicillin G (10 ug) P10** - inhibice syntézy buněčné stěny
- 4) **Polymyxin B PB300** - poškození buněčné membrány
- 5) **Sulphonamide Compound S3 300** - inhibice syntézy kyseliny tetrahydrolistové
- 6) **Tetracycline (30ug) TE30** - inhibice bakteriální proteosyntézy

Před aplikací bylo zapotřebí nastavit parametry aplikátoru antibiotických disků (nastavení nástavce pro hloubku zanoření aplikovaných antibiotických disků do agarového média) a postupovat dle daných pokynů od výrobce. Aplikováno bylo 6 antibiotických disků najednou na každou Petriho misku s Mueller – Hintonovým

---

<sup>18</sup> Z didaktických důvodů byla záměrně zvolena antibiotika s různými mechanismy účinku, aby žáci mohli pozorovat celou škálu jejich účinku na bakterie.

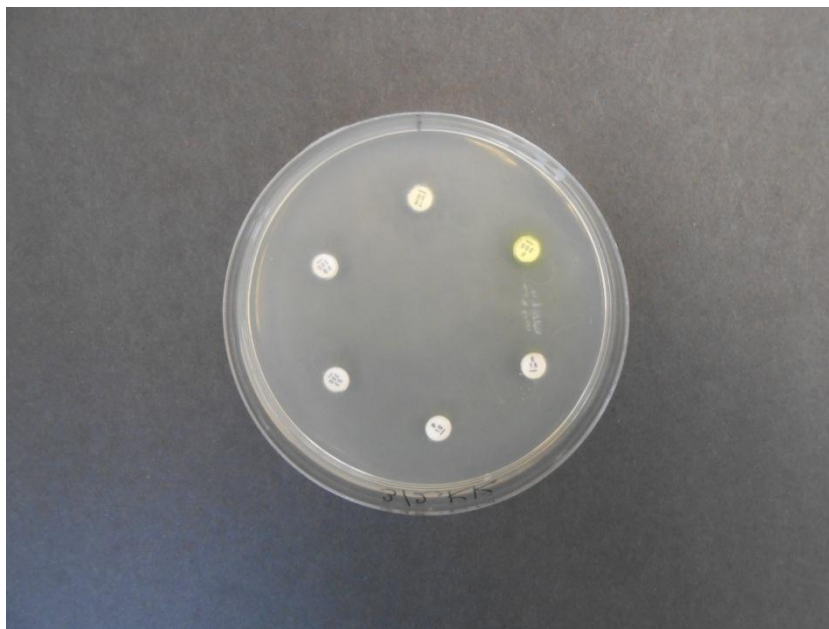
agarem. Aplikace probíhala jednoduchým stlačením. Aplikátor antibiotických disků a průběh aplikace nám pomůže přiblížit *obrázek č. 8*.



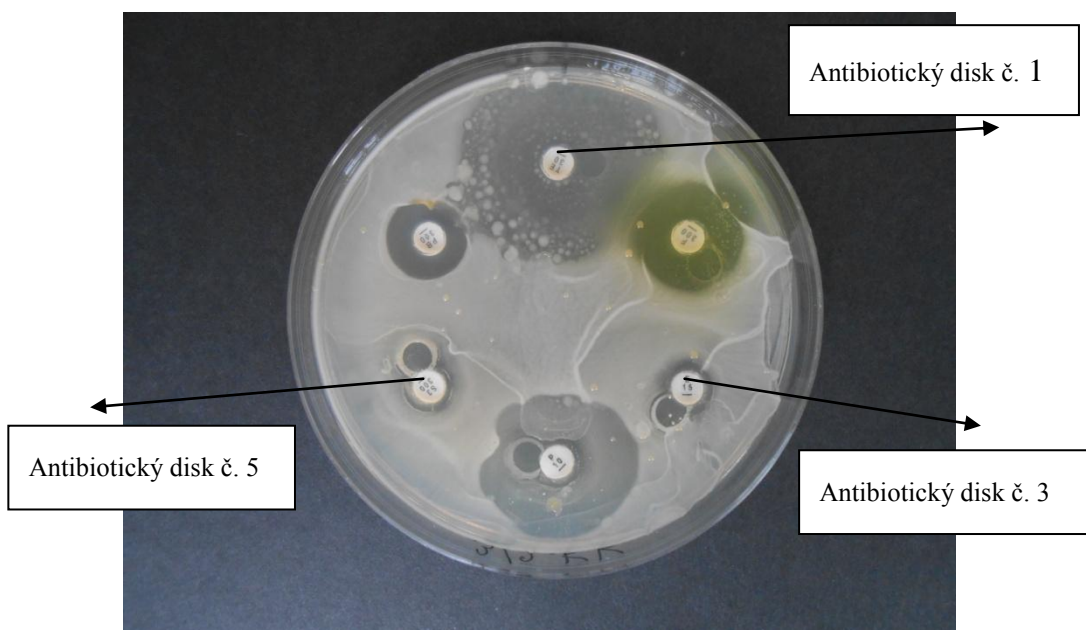
*Obrázek č. 8:* Aplikátor antibiotických disků a aplikace antibiotických disků u Petriho misky s Mueller – Hintonovým agarem se vsáklou suspenzí (vlastní fotografie).

V průběhu aplikace antibiotických disků u prvního vzorku došlo k vsáknutí suspenze i u druhého vzorku, bylo tedy možné antibiotické disky aplikovat již na obě Petriho misky s Mueller – Hintonovým agarem. Nástavec hloubky pro zanoření antibiotických disků do agarového média byl nastaven na hodnotu, při níž se antibiotické disky do agarového média nezanoří, ale spíše dojde k jejich aplikování na povrch agarového média a mírnému přitlačení k povrchu. K přesné aplikaci antibiotických disků bylo využito i plastové rysky na nástavci aplikátoru antibiotických disků, která umožňuje u více vzorků dosáhnout stejné aplikace pořadí jednotlivých antibiotických disků. Též na Petriho misky (naproti popiskám 3/1 a 3/2) byly vyznačeny popisovačem rysky. Ryska zajistila stejné pořadí antibiotických disků za sebou u obou vzorků. Úspěšná aplikace antibiotických disků proběhla u obou vzorků a můžeme ji vidět na *obrázku č. 9*. V této situaci bylo zapotřebí Petriho misky uzavřít, uložit do krabice a ponechat minimálně 2 – 3 dny při pokojové teplotě. Po uplynutí daného časového intervalu bylo možné odečítat výsledky působení antibiotických disků. V rámci diskové difuzní metody antibiotika z antibiotických disků úspěšně difundovala

do nejbližšího okolí agarového média se vsáklou suspenzí a způsobila četnou mortalitu kolonií bakterií za vzniku tzv. inhibiční zóny. Průměry inhibičních zón ukazují na účinnost jednotlivých antibiotik. Podrobný náhled o potvrzení účinku antibiotik nám nabízí *obrázek č. 10*.



*Obrázek č. 9:* Petriho miska s Mueller – Hintonovým agarem, vsáklou zakalenou suspenzí bakterií a s aplikovanými antibiotickými disky (vlastní fotografie).



*Obrázek č. 10:* Výsledek diskové difuzní metody – antibiotika difundující do okolí tvoří zóny kruhů bez přítomnosti bakterií (vlastní fotografie).

Výsledek našeho zkoumání senzibility mikroorganismů na různá antibiotika potvrzuje, že různá antibiotika prokazují odlišnou účinnost na zkoumané mikroorganismy (rozdílnost velikosti kruhové zóny v okolí antibiotických disků). U některých antibiotických disků a jejich účinných látek - antibiotik můžeme pozorovat vliv vysokého účinku antibiotika (např. antibiotický disk č. 1 na obr. 7 - větší průměr inhibiční zóny) nebo můžeme usuzovat na vysokou senzibilitu zkoumaného mikroorganismu. Naopak u některých antibiotických disků (např. antibiotický disk č. 3 a č. 5 na obr. 7 – menší průměr inhibiční zóny) můžeme pozorovat menší míru účinku antibiotik jevící se jako malé či skoro neznatelné inhibiční zóny v okolí antibiotických disků či můžeme poukázat na vysokou míru rezistence zkoumaných mikroorganismů.

Celý proces ověřování proběhl bez problémů a komplikací a v samém závěru potvrdil zkoumané ověřování citlivosti mikroorganismů na antibiotika a úspěšnost diskové difuzní metody. Antibiotika v různé míře působila na mikroorganismy a vedla vždy ke snížení početnosti kolonií bakterií. Náplň projektu ověřená v prostorách laboratoře byla shodně aplikována ve školním prostředí a realizována se žáky ZŠ Ústavní v Praze.

### **3.1.4 Příprava na hodnocení projektu**

Hodnocení projektu a důslednost přípravy hodnocení a materiálů k hodnocení je jednou z nejdůležitějších položek celých příprav mikrobiologického projektu, protože výsledky hodnocení projektu vedou u pedagoga k žádané sebereflexi a u žáků vyvolávají zpětnou vazbu a stanovují míru úspěšnosti celého projektu.

Součástí přípravy k hodnocení projektu byla především skutečnost, jakým způsobem bude mikrobiologický projekt hodnocen - zda se bude jednat o výstupní klasifikaci či o slovní hodnocení a jaká budou jednotlivá kritéria k hodnocení. Zvažován byl také prvek sebehodnocení žáků mezi sebou ve skupinách i mezi skupinami. Výsledkem přípravy hodnocení se stalo upřednostňované slovní hodnocení bez známky. Hodnocena byla jednotlivá kritéria jako aktivita žáků, práce s informačními zdroji, spolupráce ve skupině, prezentace výsledků a plnění zadaných úkolů. U hodnocení projektu *Síla antibiotik* pak zaujímá své místo jak hodnocení žákovské, tak i následné

hodnocení pedagoga. K vyhodnocení mikrobiologického projektu *Síla antibiotik* byly dále využity následující didaktické položky a postupy:

- ✓ úroveň vypracování pracovního listu skupinou
- ✓ úroveň prezentace výsledků žáky
- ✓ myšlenková mapa vytvořená žáky ve skupině
- ✓ řízená diskuze žáků s učitelem

Přípravy na hodnocení projektu probíhaly měsíce před samotnou realizací a týkaly se především přípravy jednotlivých materiálů, které byly v hodinách rozdávány žákům (pracovní list a myšlenková mapa) a podrobné přípravě řízené diskuze (konkrétní náplň a obsah řízené diskuze). U pracovního listu a myšlenkové mapy byla komplexně hodnocena především úroveň jeho vypracování jdoucí ruku v ruce s motivovaností žáků k práci a pochopením náplně celého projektu. Řízená diskuze a prezentace výsledků projektu se spíše zaměřují na hodnocení konkrétních situací projektu a zpětnou reflexi. Výše zmíněné položky jsou dále podrobně rozebrány v následujících kapitolách a je upozorňováno na organizační aspekty zařazování hodnotících položek do jednotlivých projektových hodin.

#### **3.1.4.1 Úroveň vypracování pracovní listu skupinou**

Pracovní listy byly vytvořeny z důvodu ověření znalostí žáků ve výuce a též v sobě zahrnovaly jednotlivé výzkumné otázky projektu *Síla antibiotik*, na něž skupiny žáků odpovídaly na základě nabytých vědomostí a dovedností, které získaly prostřednictvím projektu.

Tvorba pracovního listu pedagogem vychází z jednotlivých teoretických oblastí projektu *Síla antibiotik* a zahrnuje jednotlivé výzkumné otázky. Pracovní list tvoří čtyři otázky. První otázka (*Co je to ATB?*) vychází z teoretických znalostí žáků nabytých při realizaci projektu. Žáci se během projektových hodin setkávali s označením ATB velice často (např. v pracovním postupu), ale jednalo se především o stěžejní téma celého projektu a proto bylo nezbytné, aby žáci znali význam zkratky ATB. První otázka slouží tedy především k reflexi (co jsem se naučil, co jsem já jako pedagog žáky naučil/a). Zbývající otázky se ve velké míře dotýkají stanovených výzkumných otázek projektu.

Výzkumné otázky byly voleny pedagogem před samotnou realizací projektu, ale žákům nebyly v úvodu zmiňovány. Důvodem bylo především to, aby sami žáci byli schopni spontánně vytvářet výzkumné otázky během realizace projektu a posléze na ně hledat odpověď. Jedním z dalších cílů celého projektu bylo tedy rozvinout vědomosti, schopnosti a dovednosti žáků v takové míře, aby každý z žáků byl schopný zodpovědět jednotlivé otázky pracovního listu. Struktura pracovního listu je vložena níže (viz *tabulka č. 11*).

*Tabulka č. 11: Pracovní list pro žáky (vlastní zpracování).*

### **Vyhodnocení projektu SÍLA ANTIBIOTIK**

Váš vědecký tým dospěl do zdárného konce. Nyní vás čeká odpovědět na základní výzkumné otázky na základě vašeho měsíčního šetření.

1) Co je to ATB?

2) Působí ATB na mikroorganismy?

3) Působila ATB na vaše bakterie ve skupině?

4) Jak působila různá ATB na váš vzorek?

Pracovní list byl skupinám žákům rozdán pouze jednou, a to v úvodu poslední reflektivní hodiny. Po jeho vyplnění následovala okamžitá zpětná kontrola a zhodnocení vyplněných pracovních listů doplněné řízenou diskuzí.

#### **3.1.4.2 *Prezentace výsledků žáky***

Komplexní zhodnocení projektu nám nabízí i prezentace výsledků, neboli předvedení toho, čeho se nám podařilo v projektu dosáhnout. Žádaná je především prezentace výsledků ze strany žáků, kdy pedagog žáky pouze usměrňuje a může klást navádějící otázky. Žáci v takovém případě rozvíjejí jednotlivé klíčové kompetence, (nejvíce pak kompetence komunikativní a kompetence k řešení problému), své postavení ve skupině, asertivní chování a přijímají tak i spoluzodpovědnost za výsledky vyučovacího procesu. Všechny takové položky a jejich rozvoj jsou v životě člověka a v rámci vzdělávacího procesu jistě žádoucí.

Prezentace výsledků žáky postavená na míru mikrobiologického projektu *Síla antibiotik* se zaměřovala na prezentaci kultivovaného vzorku a získaných teoretických i praktických poznatků. Prezentaci a jednotlivé výstupy si žáci měli připravit předem a na tuto skutečnost byli upozorněni na předešlé projektové hodině. Stěžejní roli ve skupině zde hraje mluvčí (předává informace ostatním skupinám a pedagogovi), který musí bezpečně zaštiťovat komunikaci mezi žáky a pedagogem. K prezentaci se mimo mluvčího připojují i další členové skupiny, kteří prezentaci vhodně doplňují (ukázka vzorku či doplňující informace – např. když mluvčí na cokoliv zapomene). Prezentace výsledků probíhala formou představení důležitých mezníků v práci a životě skupiny (pozitivních i negativních), kdy jednotlivé skupiny předstupovaly před třídu, kterou seznamovaly s vlastním průběhem projektu. Prezentace výsledků žáků obsahovala:

- ✓ stručné shrnutí jednotlivých činností skupiny v projektových hodinách
- ✓ zmínění potřebných pomůcek a materiálu
- ✓ ukázku Petriho misky s výslednými inhibičními zónami
- ✓ zmínění úspěchu a neúspěchu skupiny, případných problémů

Při prezentaci výsledků žáky je žákům necháván co největší prostor volného působení. Pedagog zasahuje jen sporadicky a jen tehdy pokud je to nezbytně nutné



(neklid ve třídě, odbočení od tématu). Presentaci výsledků žáky byla věnována velká část poslední reflektivní hodiny, na niž navázala řízená diskuze.

### 3.1.4.3 Myšlenková mapa

Další z položek komplexního zhodnocení projektového vyučování je i myšlenková mapa. Myšlenková mapa patří mezi jednu z didaktických metod a postupů, jenž graficky propojuje jednotlivá klíčová slova a vysvětluje všechny jejich souvislosti.

Myšlenková mapa s názvem *Hodnocení našeho úspěchu* byla dopředu vytvořena pedagogem a využívána v samém závěru pro potřeby zhodnocení projektu. Myšlenková mapa byla modifikována a zaměřena výhradně na zhodnocení práce ve skupině (ne na znalosti). Pro účely mikrobiologického projektu jsou žáci ve třídě rozřazeni do jednotlivých skupin, ve kterých spolupracují po celou dobu trvání projektu (skupinové vyučování). Právě práce ve skupině a zhodnocení úspěchu či neúspěchu je jedním z hlavních témat myšlenkové mapy. Myšlenková mapa je rozdána do jednotlivých skupin, kdy žáci skupinově přemýšlí a diskutují o tom, co mohlo vést nebo i například kdo mohl vést k tomu, že průběh projektové práce a výsledek projektu je takový, jaký je. Dochází k tomu, že žáci se hodnotí navzájem ve skupině, hledají příčiny úspěchu a jednotlivé aspirační úrovně. Nedochází však k hodnocení pouze v rámci skupiny, ale i k hodnocení další aspektů podílejících se na úspěchu a výsledku projektu (např. hodnocení výkladu pedagoga žáky). Struktura myšlenkové mapy je vložena níže (viz *tabulka č. 12*).

*Tabulka č. 12: Myšlenková mapa pro žáky (vlastní zpracování).*

#### **MYŠLENKOVÁ MAPA**

#### **HODNOCENÍ NAŠEHO ÚSPĚCHU - SKUPINOVÁ MYŠLENKOVÁ MAPA**

- zamyslete se nad tím, jak fungovala vaše skupina a co bylo tajemstvím vašeho úspěchu, nakreslete myšlenkovou mapu



(vlastní zpracování podle údajů z publikace Kasíková, 2007, s. 133).

Myšlenková mapa byla skupinám žáků rozdána na poslední reflektivní hodině a její zhodnocení probíhalo v rámci řízené diskuze.

#### **3.1.4.4 Řízená diskuze**

Na řízenou diskuzi, jako prostředku k vyhodnocení realizovaného projektu, byl kladen největší důraz ze všech položek k vyhodnocení a i její příprava byla časově

náročnější. Jelikož u řízené diskuze nemůžeme přesně předpokládat a vycházet z toho, jak bude v realitě probíhat, bylo zapotřebí stanovit si základní pilíře, mimo které nebude debata probíhat a volit vhodný zásah pedagoga v případě, kdy žáci budou od tématu odbočovat. V tohoto důvodu byla volena i forma *řízené diskuze*, která je řízena pedagogem, který může debatu adekvátně ovlivňovat dle potřeb projektu. Na řízené diskuzi se podílejí jak žáci, tak pedagog a zapojení každého z nich je pro efektivní vyhodnocení projektu nezbytné.

Řízená diskuze je zde aplikována ke shrnutí celého projektu, je zde nástrojem pro komplexní zhodnocení toho, co se žákům v rámci projektu podařilo a co již nikoliv. Je též nezbytností, prostřednictvím níž žáci mohou nahlas a veřejně před třídou shrnovat své nově nabyté poznatky, vědomosti, schopnosti či jiné přínosy získané v průběhu projektu a funguje též jako médium, kdy si své výsledky mohou sdělovat žáci mezi sebou a též s pedagogem. Žáci se v těchto momentech zamýšlí nad svojí prací, nad celým průběhem projektu a také například nad tím, co by příště udělali jinak či jak by si například poradili s nenadálou situací. Řízená diskuze zde reflektuje prezentaci výsledků jednotlivých skupin, kdy každá skupina žáků předstupuje před třídu a představuje svůj výsledný vzorek, který posléze nechá kolovat po třídě. Zmiňuje, s čím byli v průběhu výzkumu problémy a co se jim naopak podařilo. Takto se v závěrečné projektové hodině vystřídají všechny skupiny. V samém závěru pak všichni žáci společně dochází k jednotlivým závěrům, které plynou z probíhajícího projektu a snaží se formulovat odpovědi na výzkumné otázky projektu.

Úkolem pedagoga je v tomto případě zajistit vhodný sled nově získaných poznatků a za pomoci aktivizujících otázek vést žáky k jednotlivým závěrům a shrnutí projektu. Pedagog usměrňuje odpovědi žáků a nesprávné odpovědi se snaží vysvětlovat aplikováním nesprávné odpovědi do praxe (např. *„Na našich rukách se tedy podle vás nenachází tolik mikroorganismů? Jak je tedy možné, že nám jich tolik narostlo na našich vzorcích?“*). Pedagog využívá zapojování zpřesňujících otázek a v situacích, kdy žáci váhají, využívá drobných nápověd vedoucích k vysvětlení jednotlivých dějů (např. *„Jakým mechanismem tedy působila antibiotika na své okolí s mikroorganismy? Odpověď naleznete v názvu námi používané metody či vám může pomoci český ekvivalent - prolínání“*). Správnou odpověď pedagog nikdy hned neuvádí, ale snaží se

docílit toho, aby žáci na správnou odpověď přišli sami a aby jednotlivé informace dle potřeby selektovali a přiřazovali jim jejich důležitost. Pedagog stále nechává část spoluzodpovědnosti na žácích („*Byl váš výzkum úspěšný a čeho jste dosáhli?*“), ale do některých situací již musí vstupovat a úměrně k cíli a výstupu projektu musí například jednotlivé debaty mezi žáky ukončovat a upozorňovat tak na to, že žáci zabíhají do jiné problematiky (např. „*Stále by mě ale zajímalo, k čemu konkrétnímu došlo v Petriho misce po aplikaci antibiotických disků, ne že vaše agarové medium má nažloutlou barvu*“). Pedagog může dále vhodně do řízené diskuze zapojit krátký brainstorming a to například při shrnování jednotlivých poznatků (každá ze skupin může mít odlišné názory a výsledky a je efektivní tyto rozdíly porovnávat). V úvahu přicházejí i zpřesňující nákresy na tabuli, které může provádět pedagog i žák (upřednostňuje se).

Příprava řízené diskuze počítá s jakýmkoliv nenadálými situacemi, na které musí pedagog umět adekvátně zareagovat. Je potřeba zmínit, že jakákoliv předem připravená struktura řízené diskuze nemusí (a pravděpodobně ani nebude) při realizaci probíhat tak, jak si pedagog připravil. U nezvyklých situací je pak zapotřebí, aby pedagog vhodně využil svých pedagogických zkušeností ke splnění cíle a výstupu projektu.

### **3.2 Realizace projektu**

Projekt *Síla antibiotik* byl realizován od 31.3. do 17.4 2015 ve čtyřech na sebe navazujících termínech vždy s časovými odstupy jednoho týdne či dvou dnů. Projektová hodina vždy časově odpovídala jedné vyučovací hodině přírodopisu (45 minut). Projektové vyučování probíhalo ve třídě 8. A ZŠ Ústavní v Praze, do které dochází 24 žáků. U každé projektové hodiny byla přítomna třídní učitelka Mgr. Hana Šifnerová, která vede u 8. A i hodiny přírodopisu. Jednotlivé projektové hodiny jsou popsány níže a jejich podrobný popis neopomíná všechny posloupné děje v průběhu hodin. Uvádí též všechny nenadálé situace a jejich alternativní řešení pedagogem, zmiňuje aktivity žáků a jejich reakci na ně a shrnuje každou projektovou hodinu s obecným závěrem. Všechny popisy projektových hodin jsou prokládány fotografiemi (viz. obr. 8- 12) z průběhu realizace projektu, které byly dokumentovány samotnými žáky, což se odráží především na kvalitě fotografií.

### 3.2.1 Ověření projektu ve výuce – 1. projektová hodina

První hodina třídního projektu s názvem *Kontaminace agarových pěst* se uskutečnila 31.3. 2015. Jednalo se o úvodní hodinu a bylo nutné nastínit záměr projektu a jeho organizaci. Též bylo nutné předat dostatečné množství teoretických poznatků týkající se tématu projektu, motivovat žáky a vhodně je vést k samostatným činnostem vedoucím k cíli projektu. První projektová hodina byla proto díky výše zmíněným požadavkům časově a organizačně velice náročná.

Po zvonění následoval příchod pedagoga do třídy a začátek hodiny proběhl zcela rutinně – pozdravení se žáky a zápis absence a tématu hodiny do třídní knihy. Jelikož se jednalo o neznámý kolektiv žáků, bylo zapotřebí se představit a následně ve stručnosti nastínit realizaci projektu. Žákům byly zkraje vyučovací hodiny předány komplexní informace týkající se charakteristiky projektu. Využita byla ze strany pedagoga metoda frontálního vyučování a další slovní vyučovací metody jako vyprávění a výklad s možností zapojení řízené diskuze a doptávání ze strany žáků a pedagoga. Zmíněn byl prvotně název projektu, jeho trvání a organizace. Žáci byli označeni za „výzkumný tým“, jenž bude bádát nad problematikou antibiotik a mikroorganismů a jenž by měl být schopen po skončení projektu odpovědět na veškeré dotazy odborníků na lékařské konferenci. Sdělování základních informací o projektu bylo vhodně doplňováno motivačními otázkami ze strany pedagoga a to především za účelem zjišťování úrovně znalostí žáků a jejich prekonceptů („*A co si vůbec můžeme představit pod pojmem mikroorganismus?*“ nebo „*Co je to vůbec antibiotikum?*“). Zmíněn byl též cíl a požadovaný výsledek práce. Poukazováno bylo na samostatnost, společnou práci a pomoc ve skupině jako na faktory ovlivňující konečný výsledek práce a to v průběhu celého projektu. Další informace následně směřovali k organizaci a struktuře projektu. Žáci mají pracovat jako „výzkumný tým“ a z tohoto důvodu byla volena i forma skupinové práce. Žákům byl vysvětlen princip skupinové práce, rolí ve skupině, zapisování do záznamového archu (byl rozdán jeden záznamový arch do skupiny) a též i trvalost skupin po dobu celého projektu. Žáci měli za úkol se rozřadit do skupin po pěti žácích, přesunout lavice tak, aby každá ze skupin měla dvě lavice u sebe, zvolit si číslo skupiny (1 – 4) a přesunout se ke své skupině. Celkem byly utvořeny čtyři skupiny po pěti žácích a to vzhledem k absenci několika žáků. Rozložení dvou ze čtyř skupin ve

třídě společně s výkladem pedagoga nám ilustruje *obrázek č. 11*. Následně dostali žáci prostor určit si jednotlivé role ve skupině a vyplnit jména členů do záznamového archu. Přidělování rolí dělalo žákům menší potíže a trvalo by delší dobu, proto s přidělováním rolí a usměrněním vypomohl pedagog („*Kdo ze skupiny má úhledné písmo může být zapisovatelem, naopak ten, kdo je pečlivý a zručný může být vhodným laborantem*“). Opomenuta nesměla zůstat ani bezpečnost práce. Žáci v jednotlivých skupinách byli požádáni, aby si na začátku hodiny oblékli laboratorní pláště, jež byly k dispozici na ZŠ Ústavní v Praze. Pedagog dále pokračoval ve výkladu týkajícího se sterility, použití jednorázových sterilních pomůcek, chirurgických rukavic a celkově ochrany zdraví. Žákům bylo vysvětlováno, že jako „výzkumný tým“ jsou nuceni se chovat dle pravidel laboratoře a dodržovat všechny stanovené postupy, jež povedou k dokonalému výsledku, jinak by také mohlo dojít ke zkreslení výsledků výzkumného šetření. Po sdělení základních informací bylo možné s žáky přejít k samotnému teoretickému základu projektu a k provedení kontaminace agarových pěst.



*Obrázek č. 11: Výklad pedagoga a rozložení skupin ve třídě (vlastní fotografie).*

Pro teoretický základ problematiky antibiotik a mikroorganismů byla nejprve využita obrazová vyučovací metoda za pomoci vytištěných obrázků různých druhů mikroorganismů (bakterie a viry) a jejich poznávání a rozlišování žáky. Cílem bylo jasně rozlišit vir od bakterie. Jednotlivé skupiny své názory a poznatky konfrontovali s pedagogem. Následně byla využita metoda brainstormingu, týkající se mikroorganismů

komplexně („*Které znáš mikroorganismy? Kde a jak žijí mikroorganismy? K čemu slouží? Mohou být mikroorganismy pro člověka škodlivé? Jak se můžeme mikroorganismům bránit?*“). Metoda brainstormingu podporovala nesčetné odpovědi a nápady žáků a za dopomoci pedagoga a jeho drobných nápověd vedla tato metoda k cíleným odpovědím (konkrétní odpovědi žáků: „*Mikroorganismy mohou člověku škodit, mohou například způsobovat nemoci, ale mohou se také využívat v potravinářství na výrobu piva*“). Pedagog se žáků doptával a poukazoval především v souvislosti s projektem na nebezpečnost mikroorganismů a na to jak vhodně se jim bránit (odpovědi žáků: „*Mytí rukou, léky, odpočinek*“). Skupinám žáků byly kladeny jednotlivé otázky a žáci byli neustále podněcováni k odpovědím a k aktivitě. Spolupůsobením výkladu a otázek pedagoga a odpovědí žáků žáci obdrželi teoretický základ o mikroorganismech – bakteriích a jejich citlivosti a ATB, o mechanismu jejich účinku a o podmínkách jejich působení („*Znáte některé názvy antibiotik? Může se stát, že některé antibiotikum na bakterie nepůsobí?*“). Vzhledem k působení ATB na bakterie byla začleněna slovní vyučovací metoda vyprávění („*Zkuste si vybavit situaci: každého z vás jistě někdy bolelo v krku a nemohl polykat. Navštívili jste tedy lékaře. Pro vaše vyléčení bylo zapotřebí předepsat antibiotika a tak se i stalo. Ale lékařem předepsané antibiotika vám nezabrala a bylo nutné předepsat další jiná antibiotika. Komu se již toto stalo?*“). Pedagog v návaznosti na tuto skutečnost žákům dovysvětlil, že právě citlivost bakterií a účinek antibiotik budou hlavními pilíři výzkumu a bádání projektu *Síla antibiotik*. Pedagog dále pokračoval, že úkolem žáků je v průběhu projektu kultivovat jednotlivé bakterie a za použití antibiotik vyzjistit citlivost bakterií na jednotlivá antibiotika. Teoretické povědomí žáků pak v této situaci umožňovalo provést samotnou praktickou část vyučovací hodiny. Skupinám žáků byly rozdány pracovní postupy první projektové hodiny (kontaminace agarových pěstí) a byl poskytnut čas pro jejich prostudování. Následovala ukázka a teoretické minimum týkající se jednotlivých pomůcek a materiálu potřebných ke kultivaci (Petriho miska, kultivační půda - masopeptonový agar, popisovač, kultivace *in vitro* x *in vivo*). Důležité a neznámé pojmy (Petriho miska, masopeptonový agar) byly zapsány na tabuli. Bylo opětovně poukázáno na jednotlivé úkoly, role ve skupině, bezpečnost práce a sterilitu. Zapisovatel byl vyzván k průběžnému a podrobnému zápisu do záznamového archu a vedoucí skupiny k vyzvednutí potřebných pomůcek. Jako motivační vložku pedagog

konkretizoval náplň první projektové hodiny („Dnes zkoumáme, zda se na našich tělech, konkrétně na prstech, nacházejí mikroorganismy. Postupujte pečlivě dle pokynů. Na výsledek si budeme muset počkat do příští projektové hodiny“). Nyní se většina zodpovědnosti za vykonanou práci v hodině přesunula na žáky, kteří započali s kontaminací agarových půd dle pokynů pracovního postupu (obtisk prstu). Každá skupina obdržela dvě Petriho misky, které si označila na boku čísly 1/1 a 1/2 společně s označením čísla skupiny pro snazší rozpoznání. Následně mohli laboranti skupiny přistoupit ke kontaminaci agarové půdy (obtisk prstu), jak znázorňuje i *obrázek č. 12*. Vzhledem k velké ploše Petriho misky a možnosti většího zmnožení bakterií byla agarová půda kontaminována celkem třemi otisky prstů oproti pracovnímu postupu. Po kontaminaci agarových půd žáci přistoupili společně se zapisovatelem k dovyplnění záznamového archu a k jeho podpisu všemi členy skupiny. Záznamový arch byl na konci hodiny odevzdán pedagogovi. Vyplnění záznamového archu bylo následováno zhodnocením první projektové hodiny pedagogem. Pedagog zhodnotil práci žáků ve skupinách, výsledky práce a nastínil, co žáky čeká v příští projektové hodině. Jako motivace na příští projektovou hodinu byla využita příručka s obrazovým materiálem, jak by měly vypadat bakterie vyrostlé na agarové půdě díky jejich kontaminaci otiskem prstu.



*Obrázek č. 12: Kontaminace agarové půdy Petriho misky laborantem skupiny č. 1 (vlastní fotografie).*



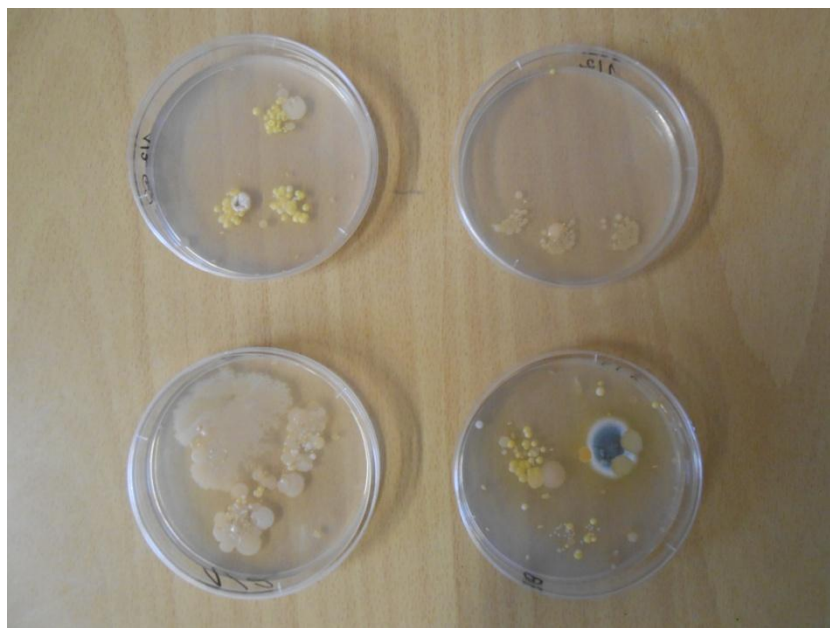
První projektová hodina proběhla bez větších problémů. Vzhledem k menší náročnosti zadané práce mohli skupiny žáků pracovat zcela samostatně za pomoci pracovního postupu. Pedagog zastával pouze roli poradce, procházel mezi lavicemi skupin žáků a průběžně kontroloval jejich práci. V případě potíží skupinám žáků poskytl radu. U některých skupin žáků se sporadicky vyskytovaly kázeňské problémy (chlapecká skupina žáků), které byly řešeny napomenutím či častější průběžnou kontrolou práce skupiny. Kontaminace agarových pěstí otiskem prstu proběhla též bez větších problémů. S problémem se setkala pouze skupina č. 2, kdy laborant vyvíjel přílišný tlak při otisku prstu do agarového média a poškodil ho nehtem. Skupina dostala k dispozici novou Petriho misku s agarovým médiem. Každá skupina žáků měla na konci první projektové hodiny dvě Petriho misky s kontaminovaným agarovým médiem, které se skladovaly uzavřené, po dobu jednoho týdne, při pokojové teplotě v kabinetu přírodopisu. Při první projektové hodině projevovali žáci zvědavost, poměrně často se ptali a některé údaje pro ně byly evidentně překvapující. Všem skupinám žáků se v závěru podařilo kontaminovat agarová média Petriho misky.

### **3.2.2 Ověření projektu ve výuce – 2. projektová hodina**

Druhá hodina třídního projektu s názvem *Izolace čistých kultur* se uskutečnila 8.4. 2015. Jednalo se o vyučovací hodinu, jejíž náplní bylo především zhodnocení výsledků z předešlé projektové hodiny a další samostatné skupinové činnosti vedoucí k prohloubení látky tématu projektu. Organizace druhé projektové hodiny byla již o poznání snazší a to vzhledem k tomu, že žáci již znali specifika projektu. Tato situace výrazně pozitivně ovlivnila průběh projektové hodiny, především pak samostatnou práci a výsledky skupin žáků.

Po zvonění následoval příchod pedagoga do třídy, pozdravení se žáky a zápis absence a tématu hodiny do třídní knihy. Dle jednotlivých pokynů, které žáci obdrželi již minulou projektovou hodinu, opětovně vhodně přesunuli lavice za účelem efektivní skupinové práce a vybavili se laboratorními plášti. Pedagog se svým příchodem do hodiny přinesl i Petriho misky z minulé projektové hodiny (viz *obrázek č. 13*) a hromadně otázkami zjišťuje, co vše si žáci pamatují z minulé projektové hodiny: co žáci dělali a proč to dělali („*Jak jsme kontaminovali masopeptonový agar? Co vše jsme*

*k tomu potřebovali? Jak jsme postupovali?“*) ve formě krátké řízené diskuze. Následuje rozdání Petriho misek a záznamových archů vedoucími skupin a rozdání chirurgických rukavic k snazší manipulaci s kontaminovaným médiem. Žáci si prohlíží jednotlivé Petriho misky, porovnávají vyrostlé kolonie bakterií, diskutují mezi skupinami, manipulují a dotýkají se bakterií za pomoci chirurgických rukavic (viz *obrázek č. 14*) a zapisovatel po konzultaci s ostatními členy skupiny podrobně popisuje kontaminovaný vzorek do záznamového archu a zakresluje kolonie bakterií na zadní stranu záznamového archu. Žáci byli upozorněni a usměrněni především ke zkoumání a pozorování množství a barvy bakterií. U některých skupin žáků došlo i ke vzniku a růstu plísně s pronikavým zápachem. Žáci byli upozorněni, že předmětem jejich zájmu jsou ale bakterie a aby pozornost věnovali právě jim.



*Obrázek č. 13:* Výsledek kontaminace agarových půd skupiny č. 1 a č. 2 z první projektové hodiny (vlastní fotografie).



Obrázek č. 14: Manipulace s kontaminovaným agarovým médiem Petriho misky a nákres kolonií bakterií (vlastní fotografie).

V rámci druhé projektové hodiny se žáci věnovali nejen zhodnocení kontaminovaných agarových pěstí z minulé hodiny, ale především pak izolaci čistých kultur. Téma hodiny bylo napsáno na tabuli, byly rozdány pracovní postupy a byl poskytnut čas na jejich prostudování. Následovala ukázka a teoretické minimum týkající se jednotlivých pomůcek a materiálu potřebných k izolaci čistých kultur (Petriho miska, bakterie, mikrobiologická klička, popisovač). U již známých pomůcek pedagog přistoupil k opakování a žáků se dotazoval, o jakou pomůcku se jedná. Důležité a neznámé pojmy (mikrobiologická klička) byly zapsány na tabuli. Pedagog dále poukazyval na přítomnost více druhů bakterií na jedné Petriho misce („*Všimněte si, že na masopeptonovém agaru Petriho misky můžeme najít více druhů bakterií, rozlišit je můžete například od oka barevně či podrobněji pod mikroskopem*“) a formou brainstormingu vedl žáky k cíleným odpovědím („*Potvrdili jsme si, že na lidském těle se nacházejí bakterie*“). Pedagog dále přistoupil ke stručnému objasnění pojmu izolace bakterií. Následný přesun k samostatné práci skupin žáků s pomocí pracovního postupu započal rozdělením nových Petriho misek vedoucími skupin žáků a jejich označením (2/1, 2/2). Vzhledem k izolaci tří druhů bakterií na jednu Petriho misku bylo nutné rozdělit Petriho misku popisovačem na tři stejné části. Na přípravě Petriho misek k izolaci bakterií se podíleli všichni členové skupin, jak nám ilustruje i *obrázek č. 15*.



*Obrázek č. 15: Práce skupiny žáků č. 1 a příprava Petriho misek k izolaci bakterií (vlastní fotografie).*

V této situaci bylo možné přistoupit k samotné izolaci čistých kultur a samostatné práci skupin žáků. Při izolaci bakterií se za pomoci mikrobiologické kličky a přenesení bakterie na novou Petriho misku (kresba klikaté čáry) mezi skupinami žáků začaly vyskytovat jednotlivé problémy s technikou náběru vzorku na mikrobiologickou kličku a s přílišným rytím do agarového média (i přes slovní upozornění pedagoga a slovní upozornění v pracovním postupu), jež by mohlo vést k znehodnocení vzorku. Role pedagoga jako poradce díky tomu spočívala především v upozornění na pečlivost náběru jediné bakterie mikrobiologickou kličkou a v praktické ukázce kresby klikaté čáry na agarové médium. U jedné ze skupin (skupina č. 2) bylo nutné použít další Petriho misku a to z důvodu poškození masopeptonového agaru mikrobiologickou kličkou. Nakonec se všem skupinám žáků podařilo izolovat celkem tři a tři druhy bakterií do dvou Petriho misek s masopeptonovým agarem. Po izolaci čistých kultur žáci přistoupili společně se zapisovatelem k dovyplnění záznamového archu a k jeho podpisu všemi členy skupiny. Záznamový arch byl na konci hodiny odevzdán pedagogovi. Vyplnění záznamového archu bylo následováno zhodnocením druhé projektové hodiny pedagogem. Pedagog zhodnotil práci žáků ve skupinách, výsledky práce, promluvil o problémech s izolací čistých kultur a o tom, co žáky čeká v příští třetí projektové hodině. Upozornil, že příští hodinu čeká žáky velké množství práce a je třeba, aby dbali na každou maličkost. Jako motivační faktor pedagog využil zvědavost

žáků, kdy zmínil, že příští hodinu budou žáci již pracovat s antibiotiky a za pomoci přístroje využívaného též v laboratořích budou na vypěstované izolované bakterie aplikovat antibiotické disky.

Druhá projektová hodina s sebou přinesla větší množství problémů souvisejících se samostatnou prací laborantů skupin žáků, ale za součinnosti skupinové pomoci dalších členů skupiny a dopomoci pedagoga jako rádce se všechny problémy podařilo zvládnout a docílit tak izolace čistých kultur. Každá skupina měla na konci hodiny dvě Petriho misky s izolovanými bakteriemi, jenž byly uloženy a skladovány uzavřené, po dobu šesti dní, při pokojové teplotě v kabinetu přírodopisu. Absence výchovných problémů v rámci druhé projektové hodiny je odůvodněna důslednějším dohledem pedagoga nad žáky a též nutností vykonávání velkého množství činností potřebných k izolaci čistých kultur. Prvně se tuto hodinu vyskytuje kompetice mezi žáky, kteří porovnávají své vzorky skupin a zvýšený zájem o probírané téma (žáci se sami dotazují na zajímavosti a angažují se v přípravě a průběhu praktické části projektové hodiny). Při druhé projektové hodině jsme se mohli komplexně na straně žáků setkat s aktivností, zodpovědností, vyšší úrovní samostatnosti, četnými otázkami a klidnou třídní atmosférou, která též přispěla k cílenému výsledku projektové hodiny. Všem skupinám žáků se v závěru podařilo izolovat čisté kultury bakterií na povrch masopeptonového agarů Petriho misky.

### **3.2.3 Ověření projektu ve výuce – 3. projektová hodina**

Třetí hodina třídního projektu s názvem *Aplikace antibiotických disků* se uskutečnila 14.4. 2015. Jednalo se o vyučovací hodinu, jejíž náplní bylo především zhodnocení výsledků z předešlé projektové hodiny (nárůst izolovaných čistých kultur bakterií, jež nám ilustruje *obrázek č. 16*) a další samostatná práce skupin žáků vedoucí k aplikaci antibiotických disků, prohloubení teoretických a praktických znalostí týkajících se citlivosti mikroorganismů na ATB a komplexně směřování za cílem celého projektu.



Obrázek č. 16: Výsledek izolace čistých kultur skupiny č. 2 z druhé projektové hodiny (vlastní fotografie).

Po zvonění následoval příchod pedagoga do třídy, pozdravení se žáky a zápis absence a tématu hodiny do třídní knihy. Rozvinutá automatika z předchozích projektových hodin vedla k tomu, že žáci si již sami bez vyzvání přesunuli lavice, oblékli si laboratorní pláště a vedoucí skupin si u pedagoga vyzvedli záznamové archy a pracovní postupy pro dnešní projektovou hodinu. S ohledem na přítomnost dvou žáků, kteří v předchozích projektových hodinách chyběli, bylo zapotřebí přiřadit tyto žáky k jednotlivým skupinám. Těmto žákům byla přiřazena role pomocného laboranta. Dále s ohledem na tuto skutečnost bylo zapotřebí věnovat i více času průběžnému opakování, které probíhá na začátku každé projektové hodiny. Volena byla metoda brainstormingu a dotazování pedagoga („*Co jsou to ATB? Jak působí? Proč izolujeme čisté kultury?*“ aj.). Pedagog se svým příchodem do hodiny přinesl i všechny Petriho misky, se kterými bylo pracováno v prvních dvou projektových hodinách a nechal skupinám čas pro jejich zkoumání a porovnávání. Pozorování bylo prokládáno opětovným zmíněním bezpečnosti práce, na něž navázaly otázky, kdy pedagog zjišťuje, co vše si žáci pamatují z minulé projektové hodiny: co žáci dělali a proč to dělali („*Jak jsme izolovali čisté kultury? Co vše jsme k tomu potřebovali?*“) ve formě krátké řízené diskuze. Pozornost pak byla věnována především dvou Petriho miskám s izolovanými čistými kulturami z minulé projektové hodiny. Žáci byli pedagogem vedeni k pozorování a vyhodnocení

situace, zda se izolace čistých kultur zdařila a zda nedošlo k nárůstu více druhů bakterií v jednotlivých sektorech Petriho misky (viz *obrázek č. 16*). Proběhlo rozdání chirurgických rukavic k snazší manipulaci s kontaminovaným médiem, žáci si prohlédli jednotlivé Petriho misky, porovnávali vyrostlé kolonie bakterií a zapisovatel po konzultaci s ostatními členy skupiny podrobně popisoval kontaminovaný vzorek do záznamového archu skupiny a tvořil nákres vyrostlých čistých kultur na zadní stranu záznamového archu. Proběhlo též porovnání jednotlivých vzorků skupin se vzorkem pedagoga.

V rámci třetí projektové hodiny se žáci věnovali nejen zhodnocení výsledků izolace čistých kultur z minulé hodiny, ale především pak aplikaci antibiotických disků. Třetí projektová hodina byla s ohledem na žáky vnímána jako jedna z nejnáročnějších částí celého projektu, jelikož disponovala velkým množstvím neznámých témat a činností, se kterými se žáci ještě nesetkali a především pak vysokou mírou samostatnosti, provázanosti s předchozími nabytými znalostmi a praktickými dovednostmi z minulých projektových hodin a mírou přesnosti. Žáci byli opětovně upozorněni na jednotlivé úkoly v rámci svých rolí ve skupině a na odpovědnost za vykonanou práci. S ohledem na tuto skutečnost bylo zapotřebí, aby pedagog dokonale zaujímal roli poradce v jakýchkoliv situacích. Téma hodiny bylo napsáno na tabuli a byl poskytnut čas na prostudování pracovního postupu. Následovalo rozdání dvou nových Petriho misek s Mueller Hinton agarem a ukázka a teoretické minimum týkající se jednotlivých pomůcek a materiálu potřebných k aplikaci antibiotických disků. Pedagog především zmiňoval změnu agarového média (Mueller Hinton agar) a rozdíl mezi jednotlivými agarovými médii. Díky velkému množství všech pomůcek potřebných pro třetí projektovou hodinu, byly všechny pomůcky demonstrovány, jejich názvy zapsány na tabuli a bylo poukazováno na neustálou sterilitu všech pomůcek. Vzhledem k obtížnosti jednotlivých úkolů byly jednotlivé pokyny k samostatné práci kladeny na žáky postupně a průběžně kontrolovány. Samostatná práce žáků byla pedagogem rozdělena na dvě části: příprava Petriho misky k aplikaci antibiotických disků a samotná aplikace antibiotických disků. V rámci přípravy Petriho misek byl první ze samostatných činností skupin popis nově rozdaných Petriho misek s Mueller Hinton agarem (3/1, 3/2). Tuto činnost skupiny žáků prováděly rutinně každou projektovou



hodinu, proto se zde nevyskytl žádný problém ani nejasnosti. Následovala příprava zakalené suspenze za pomoci izolovaných čistých kultur bakterií z minulé hodiny, sterilních plastových mikrobiologických kliček, sterilních plastových pipet, sterilních plastových zkumavek umístěných v plastovém kelímku a destilované vody (*obrázek č. 17*). Zde bylo využito i mezipředmětových vztahů s předmětem chemie („*Co je to suspenze? Jak ji poznáme?*“). Upozorňováno bylo ze strany pedagoga na přesnost pipetování a nabírání jediného druhu bakterie na sterilní mikrobiologickou kličku jako i



*Obrázek č. 17: Příprava suspenze bakterií a destilované vody laboranty skupiny č. 2 (vlastní fotografie).*

na důslednost rozmíchání za vzniku zakalené suspenze. Zde se již začali objevovat drobné problémy jako nedůslednost rozmíchání bakterie v destilované vodě či porušení sterility některých pomůcek (opakované použití mikrobiologické kličky). V takových případech pedagog upozornil na špatně připravenou suspenzi a její nápravu či volil opakování celého procesu samostatné práce s použitím nových sterilních pomůcek. Následovalo nalití zakalené suspenze na agarové médium Petriho misky s použitím hokejky a ukončení přípravy Petriho misek k aplikaci antibiotických disků. Všechny Petriho misky skupin žáků byly zkontrolovány pedagogem a zhodnoceny, zda je možné přistoupit k aplikaci antibiotických disků. Prostor potřebný k vsáknutí zakalené suspenze do agarového média (5 -7 minut) byl vyplněn skupinovou prací a diskuzí žáků s dovýplněním záznamového archu skupiny a byl též využit jako prostor pro



představení procesu aplikace antibiotických disků a potřebných pomůcek. Aplikátor antibiotických disků byl pedagogem podrobně popsán, byly zmíněny všechny funkce a nastavení a především pak byla názorně demonstrována činnost a manipulace s aplikátorem, kterou si posléze žáci mohli sami vyzkoušet. Demonstrovány byly i jednotlivé antibiotické disky, jejich druhy a působení.

V této fázi již bylo možné přistoupit k další samostatné práci skupin žáků a umožnit první manipulaci s aplikátorem antibiotických disků. Před započatím aplikace antibiotických disků žáci vyznačili na Petriho misce rysku, díky níž dokázali laboranti skupin správně a ve stejném pořadí aplikovat antibiotické disky u obou Petriho misek. Ze strany pedagoga bylo upozorňováno na přesnost nastavení hloubky aplikace antibiotických disků, kterou si žáci dle pokynů pedagoga nastavovali sami, na mírnost stlačení a na co nejvyšší sterilitu prostředí. Samotnou aplikaci antibiotických disků a úroveň manipulace s aplikátorem antibiotických disků nám představuje *obrázek č. 18*. V průběhu aplikace antibiotických disků se vyskytly i problémy jako přílišné zarytí antibiotických disků do Mueller Hinton agarů způsobené nesprávným nastavením hloubky u skupiny č. 4 či úplná absence antibiotického disku číslo 5 při aplikaci antibiotických disků z aplikátoru. Tato situace byla řešena za pomoci sterilní pinzety a ručního dodání antibiotického disku u skupin č. 2 a 3. Až na výše zmíněné problémy proběhla aplikace antibiotických disků bez problémů. Každá skupina měla na konci třetí projektové hodiny dvě Petriho misky s Mueller Hinton agarem obsahující šest antibiotických disků. Po aplikaci antibiotických disků žáci přistoupili společně se zapisovatelem k dovyplnění záznamového archu a k jeho podpisu všemi členy skupiny. Záznamový arch byl na konci hodiny odevzdán pedagogovi. Následovalo zhodnocení třetí projektové hodiny pedagogem. Pedagog zhodnotil práci žáků ve skupinách a výsledky práce. Větší část zhodnocení třetí projektové hodiny byla ze strany pedagoga věnována vyskytlým problémům a upozornění žáků na větší pozornost a důslednost při samostatné práci. Žáci byli pedagogem též pozitivně hodnoceni za zvládnutí časově náročné samostatné práce a za teoretické a praktické znalosti. V samém závěru třetí projektové hodiny pedagog zmínil náplň následující poslední projektové hodiny jako realizaci lékařské konference, kde skupiny žáků budou hlavními odborníky a měly by umět odpovědět na všechny výzkumné otázky.



*Obrázek č. 18: Aplikace antibiotických disků na Mueller Hinton agar Petriho misky za pomoci aplikátoru laborantem skupiny č. 1 (vlastní fotografie).*

Třetí projektová byla organizačně jednou z nejnáročnějších projektových hodin vůbec. Na žáky bylo kladeno velké množství požadavků, které vyžadovalo na straně žáků velkou míru pozornosti a samostatnosti a na straně pedagoga pak zvýšenou míru kontroly nad prací žáků. Žáci propojovali získané znalosti a zkušenosti z předchozích projektových hodin s informacemi obdrženy od pedagoga nynější projektovou hodinu. Třetí projektová hodina s sebou přinesla nepatrné množství problémů souvisejících se samostatnou prací skupin žáků, které se ale podařilo zvládnout a docílit tak aplikace antibiotických disků. Každá skupina měla na konci hodiny dvě Petriho misky se šesti antibiotickými disky, jenž byly uloženy a skladovány uzavřené, po dobu dvou dní, při pokojové teplotě v kabinetu přírodopisu. Se stoupající atraktivitou projektu a jednotlivých činností souvisejících s předáváním čím dál větší odpovědnosti za výsledek projektu na stranu skupin žáků se absence výchovných problémů v rámci třetí projektové hodiny jeví jako odůvodněná. Vývoj kompetice, ale i kooperace, mezi žáky byla stoupající a zájem o problematiku síly antibiotik čím dál častější. Třetí projektová hodina disponovala komplexně ze strany žáků nejprve částečnou zmateností ve změní velkého množství laboratorních činností, dále pak ale aktivností, vysokou úroveň samostatnosti, zpřesňujícími otázkami žáků a klidnou třídní atmosférou. Všem

skupinám žáků se v závěru podařilo aplikovat antibiotické disky za pomoci aplikátoru antibiotických disků na povrch Mueller Hinton agar Petriho misky.

### **3.3 Vyhodnocení projektu**

Vyhodnocení projektu bylo realizováno dne 17.4. 2015 v rámci poslední projektové hodiny projektu *Síla antibiotik*. K vyhodnocení bylo využito předem připravených didaktických metod a postupů zmíněných výše v kapitole 3.1.4 *Příprava na hodnocení projektu*. Sled jednotlivých didaktických metod a postupů byl vhodně upraven do konkrétního pořadí od začátku vyučovací hodiny: 1) rozdání pracovních listů a jejich vyplnění, 2) prezentace výsledků žáky, 3) rozdání myšlenkových map a jejich vyplnění a 4) řízená diskuze žáků s učitelem. Dle výše zmíněného harmonogramu byla vedena poslední reflektivní projektová hodina, jež je podrobně popsána níže.

#### **3.3.1 Ověření projektu ve výuce – 4. projektová hodina**

Čtvrtá hodina třídního projektu s názvem *Vyhodnocení projektu Síla antibiotik* se uskutečnila 17.4. 2015. Jednalo se o vyučovací hodinu, jejíž náplní bylo zhodnocení výsledků z předešlé projektové hodiny a dále pak zhodnocení nejen průběhu, ale také výsledků celého projektu *Síla antibiotik*. Reflexe probíhala zejména u položek skupinové práce žáků, efektivity práce, vzniklých problémů a úspěchů v průběhu projektu a pak u konečného výsledku projektu, cestě k jeho dosažení, ověření znalostí a dovedností získaných prostřednictvím projektu a odpovědí na výzkumné otázky. Poslední reflektivní projektová hodina též potvrzovala či vyvracela splnění jednotlivých předem daných výukových cílů a výstupů projektu *Síla antibiotik*. Z tohoto důvodu byly tato projektová hodina a její jednotlivé části řízeny především pedagogem s doprovodem žáků.

Po zvonění následoval příchod pedagoga do třídy, pozdravení se žáky a zápis absence a tématu hodiny do třídní knihy. Žáci byli upozorněni, že dnes již není potřeba používat laboratorní pláště, ale že stále budou pracovat ve svých rodných skupinkách, bylo proto nutné opět přesunout lavice. Úvod projektové hodiny započal stručným výkladem pedagoga, jenž nastínil ukončení projektu dnešní projektovou hodinou a apeloval na pozornost žáků a koncentraci všech vědomostí a dovedností získaných v průběhu projektu. Pedagog se svým příchodem do hodiny přinesl všechny Petriho

misky, se kterými bylo pracováno v rámci projektu a nechal skupinám čas pro jejich další zkoumání, porovnávání a nákres. Každá skupina měla na lavicích šest Petriho misek. Pozornost pedagoga byla posléze zaměřována na dvě Petriho misky z předchozí projektové hodiny. V této souvislosti byla využita metoda brainstormingu a dotazování pedagoga pro shrnutí a opakování látky z minulé projektové hodiny („*Co je to antibiotický disk? K čemu je potřebný? Jaké pomůcky jsme minulou projektovou hodinu potřebovali? Jak nám vznikla zakalená suspenze?*“ aj.). Pedagog demonstroval ostatním žákům svůj vzorek, u kterého vysvětloval nosné teoretické minimum k pochopení konkrétního účinku ATB na mikroorganismy („*V okolí antibiotických disků se u mého vzorku vyskytují tzv. inhibiční zóny, které poukazují na účinnost antibiotik na bakterie, kdy v těchto zónách došlo k úplnému či částečnému usmrcení bakterií. Podívejte se nyní ve skupinách na své Petriho misky, porovnejte jednotlivé inhibiční zóny a přesvědčte se, zda všechna antibiotika působí na jeden druh bakterie stejnou silou*“). Následovala dedukce žáků a odpovědi mluvčích typu: „*U každého antibiotického disku máme jinak velkou tu zónu, u antibiotického disku nemáme žádnou inhibiční zónu*“. Situaci o chybějící inhibiční zóně u antibiotického disku č. 4 a variabilnost jednotlivých inhibičních zón Petriho misky skupiny č. 3 nám ilustruje i *obrázek č. 19*.



*Obrázek č. 19: Účinek ATB v podobě inhibičních zón v okolí antibiotických disků (vlastní fotografie).*

Práce s Petriho miskami a jejich zkoumání a porovnávání bylo zakončeno pokládáním jednotlivých výzkumných otázek prostřednictvím pracovních listů (viz. kapitola 3.1.4.1 *Úroveň vypracování pracovní listu skupinou*), které byly rozdány do skupin. Skupiny žáků pracovaly zcela samostatně s díky vyhodnocení jednotlivých Petriho misek byly schopny správně odpovědět na všechny výzkumné otázky bez dopomoci pedagoga (viz příloha 10.7). Ihned po vyplnění pracovních listů následovala i jejich kontrola a to formou krátké řízené diskuze, kdy se pedagog snažil co nejvíce zapojovat žáky a diskuzi mezi jednotlivými skupinami usměrňoval pouze zpřesňujícími otázkami („*Takže je možné, že některé antibiotikum na bakterie vůbec nepůsobí? Jak postupuje lékař v takové situaci?*“). Po komplexním shrnutí poznatků vycházejících ze získaného teoretického minima a praktického ověřování samostatnou prací s Petriho miskami o působení antibiotik na bakterie byly pracovní listy odevzdány pedagogovi.

Vzhledem k množství získaných vědomostí, schopností a dovedností v průběhu projektu *Síla antibiotik* byly jednotlivé skupiny žáků připraveni vyhodnotit svoji práci a výzkum v rámci své vlastní skupiny a své výsledky předvést třídě a pedagogovi. Příprava žáků na prezentaci svojí práce a svých výsledků probíhala přímo v hodině formou písemné přípravy (*obrázek č. 20*), kdy skupiny žáků měli za úkol představit svoji práci a výsledky v těchto konkrétních bodech:

- ✓ stručné shrnutí jednotlivých činností skupiny v projektových hodinách
- ✓ zmínění potřebných pomůcek a materiálu
- ✓ ukázka Petriho misky s výslednými inhibičními zónami
- ✓ zmínění úspěchu a neúspěchu skupiny, případných problémů

K dispozici byl dostatečný časový interval, který posloužil k rozvinutí a posílení skupinové práce, kooperace a diskuze jednotlivých skupin. Celá skupina představovala své poznatky a výsledky vždy před tabulí, kdy hlavní slovo měl vždy mluvčí a ostatní členové skupiny ho vhodně doplňovali například ukázkou jednotlivých Petriho misek či informacemi o pomůckách. Tuto situaci nám znázorňuje například *obrázek č. 21*. V samém závěru se pedagog dotazoval na vzniklé problémy či naopak úspěchy skupiny a psal se ostatních skupin, zda mají nějaké dotazy. Tímto způsobem se u tabule vystřídaly všechny skupiny (1 – 4). U jednotlivých skupin žáků bylo vidět, že s prezentacemi mají

četné zkušenosti, žáci přesně demonstrovali a vysvětlovali konkrétní postupné změny u Petriho misek po jejich kontaminaci, po izolaci čistých kultur a po aplikaci antibiotických disků. Drobné problémy týkající se například opomenutí zmínění některých důležitých informací byly usměrňovány zpřesňujícími otázkami pedagoga.



*Obrázek č. 20: Kooperace skupin žáků a jejich příprava na prezentaci výsledků před třídou (vlastní fotografie).*



*Obrázek č. 21: Prezentace výsledků projektu a skupinové práce skupinou č. 2 (vlastní fotografie).*

Mimo projektového vyučování byla v rámci celého projektu zařazena i skupinová práce žáků, kdy se žáci na začátku projektu rozřadili do skupin, ve kterých zůstávali po celou dobu trvání projektu. I skupinovou práci žáků bylo nutné vyhodnotit a to prostřednictvím předem vytvořené myšlenkové mapy s názvem *Tajemství našeho úspěchu* (viz kapitola 3.1.4.3 *Myšlenková mapa*). Žákům byl opět poskytnut dostatečný časový limit na vyplnění myšlenkové mapy s následnou reflexí pedagoga společně se žáky. Pedagog se dotazoval na důvody a příčiny úspěchu jednotlivých skupin a na druhé straně i na důvody neúspěchu. U neúspěchů skupin žáků se pedagog formou řízené diskuze dotazoval na možnosti, jak by bylo možné příště této situaci předejít. Reflektovány byly i samostatné role ve skupině, plnění náplně práce jednotlivých rolí a jejich podíl na úspěchu v projektu *Síla antibiotik*.

Závěr poslední projektové hodiny patřil řízené diskuzi žáků s pedagogem (viz kapitola 3.1.4.4 *Řízená diskuze*), která započala úvodním slovem pedagoga o zhodnocení celého projektu komplexně (název projektu, jak dlouho projekt trval, získání nových poznatků a dovedností). Dále následovalo zhodnocení samostatné a skupinové práce žáků, chování, disciplíny, časového rozvržení a v samém závěru pak shrnutí výsledků a výstupu celého projektu. Žákům bylo sděleno, že všechny výukové cíle uváděné v přípravě projektu byly beze zbytku splněny a že jejich práce a zapojení do projektu bylo velice zodpovědné a úspěšné. Po krátkém shrnutí pedagogem dostali prostor i žáci, kteří se vyjadřovali k průběhu projektu, k tomu co by udělali příště jinak, co se jim na projektu líbilo a co naopak nelíbilo, k množství a jasnosti poskytovaných informací pedagogem, k výkladu pedagoga či k obtížnosti projektu a jeho tématu. Žáci debatovali v rámci své skupiny i mezi jednotlivými skupinami. Pedagog dále do debaty vhodně vstupoval a žákům kladl další doplňující otázky potřebné k žakovské i pedagogické reflexi. Závěr řízené diskuze převzal do rukou opět více pedagog, jenž se dotazoval žáků, jestli by žáci rádi v podobném projektu pokračovali a jak by bylo možné takový projekt zrealizovat. V závěru vyučovací hodiny pedagog žáky hromadně pochválil, zhodnotil projekt *Síla antibiotik* jako povedený a zavedl žákům motivaci k realizaci dalších projektů ve formě podniku žáka.

Čtvrtá projektová hodina byla tzv. hodinou hodnotící. Patřila k vyučovacím hodinám, v nichž se žáci opětovně aktivně zapojili do procesu vyučování, propojili

získané znalosti a zkušenosti z předchozích projektových hodin s informacemi získanými v průběhu čtvrté projektové hodiny a samostatně hodnotili celý průběh projektu a jeho výsledky. Čtvrtá projektová hodina s sebou nepřinesla žádné problémy souvisejících se samostatnou prací skupin žáků, ale spíše velké množství otázek směřujících nad rámec tematiky projektu *Síla antibiotik*. Z tohoto důvodu byl pedagogem navržen i pokračovací projekt v režii žáků. Vývoj kompetice v poslední projektové hodině měl klesající tendenci, zatímco kooperace mezi skupinami žáků podpořená řízenou diskuzí a prezentacemi výsledků před třídou byla hlavním pojmem a soudím, že i jedním z důvodů úspěšného zhodnocení poslední reflektivní vyučovací hodiny a celého projektu. Čtvrtá projektová hodina disponovala komplexně ze strany žáků vysokou motivovaností, aktivností a částečnou samostatností. Všem skupinám žáků se v závěru podařilo vyplnit a zkontrolovat pracovní listy, prezentovat výsledky práce své skupiny, vyplnit a zhodnotit myšlenkové mapy, podílet se na řízené diskuzi s pedagogem a vyjádřit svůj vlastní názor vůči projektu *Síla antibiotik*.



## 4 DISKUZE

Projektové vyučování se zdá být jednou z mnoha funkčních didaktických forem vyučování, která komplexně rozvíjí všechny oblasti cílů v rovině afektivní, kognitivní a psychomotorické. Záleží však na každém pedagogovi, jak se rozhodne projektové vyučování realizovat a jaké množství času je ochoten projektu obětovat. Na výběr je z mnoha možností, které kulminují od základního pojetí projektu buď jako podniku žáka či pedagoga k rozsáhlému pojetí dlouhodobého projektu prostupujícího například celou úroveň školy ba dokonce i obce a regionu. Nepřeberné množství možností projektového vyučování otevírá pedagogovi cestu k využívání nejrozličnějších didaktických metod, postupů a pomůcek, ale především propojuje tolik žádanou teorii s praxí a realitou běžného života žáků.

Vzhledem k nespočtu definic a pojetí projektového vyučování různými autory bylo zjištěno, že projektové vyučování může být chápáno jak v rovině všeobecně teoretické, tak spíše pak v rovině individuální a to u každého pedagoga odlišně. Projektové vyučování nemá svoji jasnou definici, a proto se s ohledem na tuto skutečnost autorka ve své práci přiklání k možnosti individuální volby, kdy při tvorbě projektu a jeho přípravě vychází z průsečíků opakujících se znaků a charakteristik projektového vyučování všeobecně teoretického ke kterému přidává další rozšiřující aktivity se zapojením vhodných vyučovacích metod, výukových materiálů a pomůcek dle svého vlastního uvážení. Autorka vychází v rámci své diplomové práce z této definice projektového vyučování: „*projekt je komplexní úkol (problém), spjatý s životní realitou, s nímž se žák identifikuje a přebírá za něj odpovědnost, aby svou teoretickou i praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu (výstupu) projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané zkušenosti*“ (Kratochvílová, 2006) a při přípravě a realizaci projektu *Síla antibiotik* se ztotožňuje s jednotlivými charakteristikami projektu dle Grecmanové a Urbanovské (2007), jenž se shodují v jednotlivých základních znacích projektového vyučování jako je orientace na situaci a život, částečně samostatná organizace, přejímání zodpovědnosti u žáků, praktický společenský význam, cílené plánování projektu a zaměření na produkt. Projektové vyučování, jeho realizace a žádané aktivní zapojování žáků do procesu vzdělávání společně s propojením běžného života se vzdělávacími obsahy RVP a ŠVP

si ale také žádá nové pedagogické pojetí vyučovacího procesu odlišného od běžné frontální výuky. To může být první z problémů, který může vést k neochotě pedagogů vůči realizaci jakéhokoliv projektu. Řešením takovéto situace může být možnost většiny projektů sestavit a organizovat svůj vlastní projekt tak, jak chce sám pedagog. Fantazii se meze nekladou. Pedagog by měl mít však stále na paměti, že i projekt, jenž je prostoupen například četnými didaktickými hrami, nemůže být pouze hrou bez cíle, ale že všechny vyučovací metody projektu (tedy i didaktické hry) musí směřovat, stejně jako u frontální výuky, k očekávaným výstupům a mají naplňovat stanovené cíle výuky a rozvíjet jednotlivé klíčové kompetence.

Žádané pozitivní výsledky projektového vyučování jsou na druhé straně kompenzovány časovou a organizační náročností na straně pedagoga. Kvalitní a úspěšný projekt si žádá podrobnou přípravu projektu ve všech jeho částech a je potřeba jednotlivé aspekty projektu zvažovat dostatečně dopředu před samotnou realizací. Vhodné je vytvořit si protokol o přípravě projektu (viz *tabulka č. 7*) a přibližnou kostru projektu (viz *tabulka č. 8*), kdy nám tyto dokumenty slouží jako podpora a odrazový můstek k dalším organizačním krokům našeho projektu. Dle Tomkové, Kašové a Dvořákové (2009) můžeme o projektu uvažovat také tak, že pedagog má možnost dát prostor žákům a celé řízení projektu včetně přípravy nechat na nich - podnik žáka. Tato forma projektového vyučování zbavuje pedagoga nadbytečných příprav a u žáků jistě formuje samostatnost a zodpovědnost za vykonanou práci, ale jen těžko lze předpokládat úspěch či neúspěch projektu. Jinak řečeno, bez alespoň částečné kontroly pedagoga nad žáky a jejich prací není dle mého úsudku možné kontrolovat jednotlivé očekávané výstupy projektu v rámci určitého vyučovacího předmětu (autorka se v tomto ohledu ztotožňuje v jednotlivých bodech se Suchmanem a jeho pojetím badatelsky orientovaného vyučování, které se může stát a v případě projektu *Síla antibiotik* i stalo součástí projektu – viz kapitola 2.5.1 *Badatelky orientované vyučování*). Z tohoto hlediska soudím, že řízení projektu a projektového vyučování je vhodnější realizovat tzv. půl na půl jako podnik žáka i jako podnik pedagoga jako tomu bylo i u projektu *Síla antibiotik*. Vhodnější se jeví především svrchovaná kontrola pedagoga týkající se jednotlivých cílů, výstupů a organizace projektu. Žáci mohou být do projektového vyučování vhodně zapojováni a podílet se například na názvu, zajištění pomůcek,

učebního materiálu a plánování vyhodnocení a výstupu projektu. Dle úrovně znalostí, věku a zkušeností žáků s projektovým vyučováním se zdá být vhodné postupně žáky více zapojovat do tvorby a přípravy projektu, jelikož tato skutečnost výrazně ovlivňuje výsledek celého projektu. U projektu *Síla antibiotik* byla zvolena svrchovaná kontrola pedagoga (příprava projektu, organizace) s ohledem na malou zkušenost žáků s projekty a postupné větší zapojování žáků do projektu formou skupinových rozhodnutí, získávání informací a vlastního vyhodnocení projektu. V souvislosti s projekty však problémem zůstává, že v učebnicích přírodopisu pro 2. stupeň základní školy se neseťkáváme s dostatečnou nabídkou nenáročných studentských pokusů z oblasti mikrobiologie a to staví pedagogy a žáky do situací, kdy nemáme mnoho možností, jak ve školním prostředí přiblížit žákům svět mikroorganismů a to především také z důvodů mikrobiologických pokusů, které jsou náročné na pomůcky, vyžadují čas a jsou často nebezpečné pro žáky. A právě projekt *Síla antibiotik* a jeho tematika mikroorganismů na prstech ruky s využitím diskové difuzní metody je jedna z vhodných možností (ještě například vedle pozorování kvasinek pekařského droždí či pozorování mikroorganismů v jogurtu aj.), která spojuje nenáročnost pokusu a proveditelnost pokusu ve školních podmínkách, kdy jsou k pokusu vybírány neškodné a snadno dostupné mikroorganismy. Mikrobiologie se jistě dotýká řady oblastí praktického života a i s minimálním vybavením je možno demonstrovat řadu mikroorganismů a jejich významných aktivit. Téma projektu *Síla antibiotik* tak souvisí bezprostředně s životem žáků, je jedním ze základních témat zdravotní gramotnosti, které má další konsekvence a může žádoucím směrem ovlivnit chování žáků (antibiotika je nutné vždy dobrat, užívat v přesných časových intervalech, nenasazovat si antibiotika sám podle svého uvážení, neužívat prošlá antibiotika, neužívat zbytky antibiotik po předešlé nemoci aj.). Dle Kašové (2013) projektové vyučování dále přímo vybízí k častému střídání nejrůznějších vyučovacích metod a je zde zcela na pedagogovi, jak se k této situaci postaví. U projektu *Síla antibiotik* byly preferovány především metody názorně demonstrační doplněné metodami slovními, vhodně byly využívány i metody aktivizující (řízená diskuze). Nejvíce se uplatňovala vyučovací metoda brainstormingu, jejíž začleňování do jednotlivých projektových hodin přispělo k hledání zdrojů pomoci a možnosti řešení stejně tak, jak nastiňuje Petty (2013). Stejná situace nastává i ohledně pomůcek, které je možné v rámci přírodovědného projektového vyučování využít. Žáky můžeme

seznamovat například s pomůckami, se kterými se běžně ve škole nemusí setkat (Petriho miska). Jako vhodná organizace vyučování se jeví i skupinová práce žáků zařazená též v projektu *Síla antibiotik*, která podporuje kooperaci žáků, vzájemnou pomoc a rozvoj četných klíčových kompetencí. K vyhodnocení projektu nám může posloužit například *obrázek č. 3*, který nám dává možnost vybrat způsob hodnocení projektu. Jednotlivé položky v rámci projektu *Síla antibiotik* byly vyhodnoceny samotnými žáky (skupinami žáků). Za součinnosti předpřipravených výukových materiálů pedagogem, které zajišťovaly naplnění žádaných očekávaných výstupů a cílů projektu docházelo zároveň k rozvoji dostatečné motivovanosti žáků a to díky spolupodílení se a zodpovědnosti na výsledcích práce. Ohledně zhodnocení skupinové práce a přípravy výukových materiálů pedagogem je vhodné k reflexi skupinové práce zařazovat například i skupinové dotazníky (viz příloha 10.8) sloužící ke zpětné reflexi pedagoga, které v našem projektu *Síla antibiotik* nebyly nakonec použity, ale byly nahrazeny myšlenkovou mapou a řízenou diskuzí. Celkové autorčino pojetí projektu *Síla antibiotik* se řídí myšlenkou Coufalové (2006): „co mohou udělat žáci, ať udělají žáci“ a především pak jeho dlouhodobá příprava potvrzuje nesčetné množství možností, s nimiž může pedagog v rámci projektu pracovat. To jak bude projekt vypadat a jaké přinese výsledky je však zcela na pedagogovi a na žácích. Je však nutno dodat, že bez vhodného pedagogického vedení žáků má úspěšnost celého projektu klesající tendenci.

Projektové vyučování a jeho postupné zapojování do školní praxe se stává běžnou realitou všech ZŠ a se stoupající tendencí hledá stále nové formy pojetí a zapojení do všech vyučovacích předmětů. Přesto však dle mého názoru nepřevyšuje zarytý stereotyp frontální výuky a stává se pouze zpestřením jak pro žáky, tak pro pedagoga.

## 5 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo na základě studia odborné literatury shrnout současný stav poznání o projektovém vyučování, navrhnout mikrobiologický projekt s využitím diskové difuzní metody, ověřit ho ve výuce na 2. stupni ZŠ, vyhodnotit ho, vyvodit závěry a navrhnout jeho případné modifikace, alternativní a rozšiřující aktivity.

**Výše stanoveného cíle se podařilo dosáhnout, byla studována odborná literatura a další zdroje vedoucí k podrobnému shrnutí všech potřebných informací týkajících se projektového vyučování, byl navrhnout mikrobiologický projekt *Síla antibiotik* se všemi organizačními a materiálními parametry a se zapojením diskové difuzní metody, který byl vyučován na ZŠ Ústavní v Praze v 8. ročníku. Projekt byl posléze vyhodnocen, byly vyvozeny závěry a navrženy nejrůznější modifikace, alternativy a doporučení, které povedou k optimalizaci projektového vyučování ve školní praxi ZŠ.**

Mikrobiologický projekt *Síla antibiotik* byl ověřován na 2. stupni fakultní ZŠ Ústavní v Praze u 8. ročníku a realizoval se v průběhu čtyř na sebe navazujících projektových hodin. Téma projektu se odvíjelo od běžné problematiky lidského života a snažilo se tak propojit žádanou teorii s praxí, dát možnost žákům nahlédnout a odhalit tajemství antibiotik a mikroorganismů a promítnout nově získané informace a zjištění do svého učení a života. Vzhledem k zapojení projektu do výuky přírodopisu u starších žáků 2. stupně mohly být v rámci přípravy a realizace projektu využity nejrůznější zajímavé laboratorní metody (disková difuzní metoda) s podtextem badatelsky orientovaného vyučování. S ohledem na malou zkušenost žáků 8. ročníku s projektovým vyučováním bylo nutné zařadit svrchovanou kontrolu autorky projektu, týkající se konkrétní přípravy všech potřebných pomůcek, materiálu a předání potřebného množství teoretických poznatků, která přecházela postupně od částečné k plně samostatné práci jednotlivých skupin žáků, což naplňuje jeden z hlavních znaků projektového vyučování. Z tohoto důvodu byla dále volena i taková organizační struktura projektového vyučování, která by eliminovala individuální práci žáka, ba dokonce žáka zcela izolovala – skupinové vyučování. Při tvorbě a organizaci celého projektu bylo záměrem autorky z didaktického hlediska zapojení co největšího množství

vhodných vyučovacích metod a pomůcek a střídání různých aktivit žáků zvyšující jejich motivaci k práci. Příprava projektu byla měsíce před samotnou realizací projektu přehledně zpracována do jednotlivých dokumentů sloužících ke snadné orientaci.

V rámci ověřování vytvořeného projektu *Síla antibiotik* bylo v praxi zkoumáno, jak se jednotlivé složky projektového vyučování podílejí na efektivitě vzdělávacího procesu a jak je možné za pomoci vhodně zvolených didaktických metod, postupů a přístupů pedagoga působit na proces učení žáků. První důležitou složkou celého projektu je jistě výběr tématu projektu (*citlivost mikroorganismů na antibiotika*), který v našem případě naplňuje jednotlivé vzdělávací obsahy RVP v oboru mikrobiologie a jeho atraktivnost ve spojení s běžným životem je vhodnou a především bezpečnou volbou k motivování žáků. Další složkou je organizační struktura třídy, která má v součinnosti s vyučovacími metodami a obsahem učiva zajišťovat naplnění očekávaných výstupů a cílů vyučovací hodiny. V případě projektu *Síla antibiotik* se jednalo o skupinové vyučování, ve skupinách po 5 žácích, které potvrdilo u žáků zvýšenou motivovanost k práci, vyšší úroveň kooperace, ale i kompetice mezi skupinami a také přednostní využívání možnosti pomoci od ostatních spolužáků, zatímco pedagog zastává pouze roli poradce. Postupná vzrůstající úroveň samostatnosti žáků v průběhu projektu se v rámci školní praxe jeví jako optimální pouze společně se zastupující rolí pedagoga jako poradce a při výrazném nenavyšování počtu žáků ve skupině. Dalším aspektem podílejícím se na efektivitě projektového vyučování je bezesbýtku i vhodné užití vyučovacích metod, pomůcek a výukového materiálu. Jako optimální se jeví podrobná příprava projektu s uvažovanými metodami, pomůckami a materiálem, jejichž podoba je předběžně stanovena a jednotlivé výukové materiály pro žáky jsou s předstihem vytvořeny. Za účinné lze považovat střídání nejrozličnějších vyučovacích metod, díky kterým dochází k eliminaci stereotypu vyučování a snížení pravděpodobnosti rozvoje nudy u žáků. Součástí jednotlivých projektových hodin byly též ze strany pedagoga pravidelné přípravy na hodinu spojené s reflexí a kontroly pomůcek a učebního materiálu. Úkolem pedagoga bylo v rámci projektu tedy především připravit a vést jednotlivé projektové hodiny tak, aby bylo dosaženo cíle projektu, ale také, aby pedagog svým přístupem k vyučování žáky do budoucna motivoval k realizaci dalších možných projektů. Soubor všech výše zmíněných složek projektového

vyučování a jejich ověření v praxi vede k závěru, že celý průběh projektu *Síla antibiotik* se komplexně jevil jako bezproblémový, projekt proběhl úspěšně a byl bezezbytku splněn výukový cíl.

Optimalizace projektového vyučování ve školní praxi je definována jako multifaktoriální. Teprve až v součinnosti všech potřebných faktorů lze považovat projekt za úspěšný a jen tehdy lze uvažovat o možných modifikacích a doporučeních, které efektivitu projektového vyučování zvyšují. S ohledem na přípravu, realizaci a vyhodnocení projektu *Síla antibiotik* lze poukázat na některá doporučení z pohledu pedagoga, která se hodnotí vzhledem k motivaci žáků, činností žáků a hladkému průběhu projektu jako žádoucí. Nejvíce se jedná o důkladnou přípravu celého projektu pedagogem, o průběžnou svrchovanou kontrolu pedagoga nad samostatnou prací žáků, o důslednou přípravu všech potřebných výukových materiálů, o zapojení co největšího počtu pomůcek, se kterými se žáci neměli tu možnost ve škole setkat a o vhodném využití dostatečného množství vyučovacích metod. Záměrem všech výše zmíněných bodů je především upoutat pozornost a zájem žáků o danou tematiku a vést projekt k úspěšnému konci. Ohledně různých alternativ a modifikací mikrobiologického projektu *Síla antibiotik* s podtextem badatelsky orientovaného vyučování lze hovořit o nespočtu možnostech, kterých pedagog může využít. Při přípravě a realizaci projektu může pedagog s ohledem na věk a zkušenosti žáků realizovaný projekt upravit a může vytvořit jeho snazší či těžší formu se zapojením odpovídajících činností a úkolů. Také vzhledem k dostupnosti či spíše nedostupnosti pomůcek může být mikrobiologický projekt pozměněn, kdy žáci například nemají přesné laboratorní pomůcky a metody, ale vhodně jsou nahrazovány dostupným materiálem (například čisticí prostředky SAVO či mýdlo Protex a jejich působení na mikroorganismy). Další modifikace projektu *Síla antibiotik* spočívají v přehodnocení celé koncepce projektu z projektu jako podniku žáka i pedagoga na projekt pouze podniku žáka. S tím souvisí i zcela odlišná příprava a organizace celého projektu. Za další vhodnou modifikaci lze předpokládat změnu předmětu sledování, tzn., že místo sledovaných bakterií získaných z lidských prstů je využito jiného materiálu (stěry nejrozličnějších povrchů či obtisky předmětů do agarového média – mince). Četné alternativy obsahuje i samotné vyhodnocení projektu, kdy můžeme rozhodnout o vyhodnocení projektu a výstupech projektu pouze v rámci třídy

či například i o veřejném vyhodnocení, o způsobu vyhodnocení a o výstupech projektu (video, fotografie na nástěnkách školy a obce). O většině projektů také můžeme uvažovat jako o projektech třídních, stejně jako o projektech školních, to znamená, že jakýkoliv třídní projekt s určitou mikrobiologickou tematikou může být vhodně upraven a realizován i například jako školní projekt. Právě vzhledem k nesčetným možnostem pojetí projektového vyučování společně s ověřením projektu *Síla antibiotik* ve výuce, doporučuji realizovat mikrobiologické projekty s nejrozumnější tematikou, které se podílejí na vhodné implementaci obsahu učiva do výuky a trvalejším uchování informací na straně žáků.

Vzdělávání zaujímá v životě jedince sice různé, zpravidla ale významné postavení a tak je v rukou především vzdělávací soustavy, aby se všemi možnými postupy a metodami podílela na žádané úrovni vzdělanosti žáků. Součástí celého procesu vzdělávání jsou bezesporu i pedagogové a jejich způsob a metody vyučování. S úrovní českého školství a vzdělaností žáků souvisí i situace v posledních letech školské praxe, kdy hovoříme o problematice propojení teorie s praxí, která se snaží být likvidována nejrozumnějšími alternativními a novodobými vyučovacími metodami. Jednou z nich je i projektové vyučování, které je do školské praxe zapojováno čím dál častěji, což je důsledek pozitivních výsledků této formy vyučování převyšující náročnost přípravy a realizace na straně pedagoga.



## 6 SEZNAM ZKRATEK

APZŠ	Asociace pedagogů základních škol
AŘZŠ	Asociace ředitelů základních škol
ATB	Antibiotikum
BOV	Badatelsky orientované vyučování
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
IZ	Informační zdroje
LF	Lékařská fakulta
MBC	Minimální baktericidní koncentrace
MIC	Minimální inhibiční koncentrace
MŠMT ČR	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
NAP	Národní antibiotický program
NEMES	Nezávislá mezioborová iniciativa pro školskou reformu
PAU	Přátelé angažovaného učení
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
SKAV	Stálá konference asociací ve vzdělání
SŠ	Střední škola
SZU	Státní zdravotní ústav
ŠVP	Školní vzdělávací program
tRNA	Transferová ribonukleová kyselina
ZŠ	Základní škola

## 7 SEZNAM TABULEK

*Tabulka č. 1:* Rozlišení pojmů problém a projekt a jejich jednotlivá specifika

*Tabulka č. 2:* Tvorba projektu, jeho fáze a jednotlivé aspekty

*Tabulka č. 3:* Suchmanova badatelská hodina

*Tabulka č. 4:* Příklad klasifikace bakterií dle Bergey's Manual of Systematic Bacteriology

*Tabulka č. 5:* Hraniční koncentrace pro vybrané bakterie a antibiotika

*Tabulka č. 6:* Přehled třídění antibiotik

*Tabulka č. 7:* Protokol o přípravě projektu

*Tabulka č. 8:* Kostra projektu

*Tabulka č. 9:* Pracovní postup pro žáky

*Tabulka č. 10:* Záznamový arch skupiny

*Tabulka č. 11:* Pracovní list pro žáky

*Tabulka č. 12:* Myšlenková mapa pro žáky

## 8 SEZNAM GRAFŮ A OBRÁZKŮ

*Obrázek č. 1:* Grafické znázornění základních charakteristik projektu

*Obrázek č. 2:* Postup při samostatné práci zaměřené na řešení problému

*Obrázek č. 3:* Hodnocení projektu – hodnotící kritéria a položky

*Obrázek č. 4:* Přehled tvarů bakterií - 1) kok (pravidelný tvar), 2) kokobacil (krátké tyčinky), 3) *Vibrio* (zakřivené tyčinky), 4) *Bacillus* (silné tyčinky), 5) *Spirillum* (nepravidelné spirály) a 6) spirocheta

*Obrázek č. 5:* Petriho miska s masopeptonovým agarem kontaminována za pomoci otisku prstu

*Obrázek č. 6:* Výsledek kontaminace Petriho misky s masopeptonovým agarem – výskyt kolonií bakterií

*Obrázek č. 7:* Nárůst tří izolovaných kultur bakterií v Petriho misce s masopeptonovým agarem

*Obrázek č. 8:* Aplikátor antibiotických disků a aplikace antibiotických disků u Petriho misky s Mueller – Hintonovým agarem se vsáklou suspenzí

*Obrázek č. 9:* Petriho miska s Mueller – Hintonovým agarem, vsáklou zakalenou suspenzí bakterií a s aplikovanými antibiotickými disky

*Obrázek č. 10:* Výsledek diskové difuzní metody – antibiotika difundující do okolí tvoří

*Obrázek č. 11:* Výklad pedagoga a rozložení skupin ve třídě

*Obrázek č. 12:* Kontaminace agarové půdy Petriho misky laborantem skupiny č. 1

*Obrázek č. 13:* Výsledek kontaminace agarových půd skupiny č. 1 a č. 2 z první projektové hodiny

*Obrázek č. 14:* Manipulace s kontaminovaným agarovým médiem Petriho misky a nákres kolonií bakterií

*Obrázek č. 15:* Práce skupiny žáků č. 1 a příprava Petriho misek k izolaci bakterií

*Obrázek č. 16:* Výsledek izolace čistých kultur skupiny č. 2 z druhé projektové hodiny

*Obrázek č. 17:* Příprava suspenze bakterií a destilované vody laboranty skupiny č. 2

*Obrázek č. 18:* Aplikace antibiotických disků na Mueller Hinton agar Petriho misky za pomoci aplikátoru laborantem skupiny č. 1

*Obrázek č. 19:* Účinek ATB v podobě inhibičních zón v okolí antibiotických disků

*Obrázek č. 20:* Kooperace skupin žáků a jejich příprava na prezentaci výsledků před třídou

*Obrázek č. 21:* Prezentace výsledků projektu a skupinové práce skupinou č. 2

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. BEDNÁŘ, M. a kol., *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. 1. vyd. Praha: Marvil, 1996. 558 s. ISBN neuvedeno.
2. CODLOVÁ, J. Vrstevnické učení v projektovém vyučování. *Perpetuum*. Praha: Scio, 2014, č. 3, str. 23 [2015-04-2]. ISSN neuvedeno.
3. COUFALOVÁ, J. *Projektové vyučování: pro první stupeň základní školy*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 2006. 136 s. ISBN 80-7168-958-0.
4. DOUBRAVA, L. Badatelské dovednosti jsou povinnou součástí kurikula. *Učitelé noviny: týdeník pro učitele a přátele školy*. Praha: GNOSIS, 15.8 2014, č. 26, str. 4-6 [2015-04-4]. ISSN 0139-5718.
5. DVOŘÁKOVÁ, M. *Projektové vyučování v české škole: vývoj, inspirace, současné problémy*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2009. 158 s. ISBN 978-80-246-1620-9.
6. EUCAST disková difuzní metoda. *Státní zdravotní ústav* [online]. © 2013-2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z [http://www.szu.cz/uploads/documents/CeM/NRLs/atb/EUCAST/Diskova\\_metoda/EUCAST\\_Disk\\_Manual\\_v.3.0\\_2013.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/CeM/NRLs/atb/EUCAST/Diskova_metoda/EUCAST_Disk_Manual_v.3.0_2013.pdf)
7. GOŠOVÁ, V. *Projektová výuka. RVP: metodický portál - inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. © 2011-2015 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z [http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky\\_lexikon/P/Projektov%C3%A1\\_v%C3%BDuka](http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky_lexikon/P/Projektov%C3%A1_v%C3%BDuka)
8. GRECMANOVÁ, H., URBANOVSKÁ, E., NOVOTNÝ, P. *Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků*. Olomouc: Hanex, 2007. 178 s. ISBN 80-85783-73-8.
9. Characteristics Shape of Pathogenic Bacteria. *Microbeonline: online medical Microbiology guide* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-2]. Dostupné z <http://microbeonline.com/characteristics-shape-of-pathogenic-bacteria/>
10. JEDLIČKOVÁ, A. *Antimikrobiální terapie v každodenní praxi*. 3. vyd. Praha: MAXDORF, 2009, s. 662, ISBN 978-80-7345-208-7.
12. JUNGBAUEROVÁ, L. *Úvod do mikrobiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 1998. ISBN 80-7184-590-6.

13. KASÍKOVÁ, H. *Učíme (se) spolupráci spolupráci: náměty - výukové materiály pro kooperaci dětí a dospělých*. Praha: AISIS, 2007. 155 s. ISBN 80-239-6770-3.
14. KAŠOVÁ, J. *Cesta za žákovskými projekty: metodická příručka projektové výuky a zážitkové pedagogiky Prázdninové školy Lipnice*. 1. vyd. Praha: Prázdninová škola Lipnice. 2013. ISBN 978-80-905502-0-9.
15. KRAJCIK, J. S., CZERNIAK, C. *Teaching science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach*. 2. vyd. New York: McGraw Hill. 2002. ISBN neuvedeno.
16. KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita - Pedagogická fakulta, 2006. 160 s. ISBN 80-210-4142-0.
17. KUBÍNOVÁ, M. *Projekty ve vyučování matematice: cesta k tvořivosti a samostatnosti*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2002. 256 s. ISBN 80-7290-088-9.
18. MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
19. MAZÁČOVÁ, N. *Vybrané pedagogické inovace v současné škole*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, 2008. 64 s. ISBN 978-80-7290-373-3.
20. MILLS, J. E., TREAGUST, D. F. Engineering education – is problem based or project-based learning the answer? *Australasian journal of engineering education*. Australia: The University of Western Australia, 2003, str. 4-10 [2015-07-1]. ISSN 1324-5821.
21. PASCH, M. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině: jak pracovat s kurikulem*. 2. vyd. Praha: Portál, 1998. 416 s. ISBN 80-7367-054-2.
22. PATOČKA, F. *Lékařská mikrobiologie*. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1972. 900 s. ISBN 08-008-72.
23. PAVLASOVÁ, L. *Mikrobiologie pro učitele přírodopisu a biologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2009. ISBN 978-80-7290-406-8.

24. PAVLASOVÁ, L. Testování citlivosti bakterií na antibiotika. *Biologie, chemie, zeměpis: časopis pro výuku přírodovědných předmětů na základních a středních školách*. Praha: SPN, 22. 4. 2014, č. 3, str. 117-120 [2015-03-9]. ISSN 1210-3349.
25. PAVLASOVÁ, L., TABAROVÁ, E. *Praktické úlohy a projekty z mikrobiologie: příručka k projektu Alma Mater Studiorum*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2010. 51 s. ISBN 978-80-7290-442-6.
26. PAVLASOVÁ, Lenka. Příprava budoucích učitelů biologie na výuku mikrobiologie s využitím prvků BOV. In: PAVLASOVÁ, Lenka (ed.). *Trendy v didaktice biologie: konference k výročí obnovení činnosti katedry biologie a environmentálních studií na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy v Praze: 2.10-3.10 2015*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta. 2014, s. 19, ISBN 978-80-7290-787-8.
27. PETTY, G. *Moderní vyučování*. 6. vyd. Praha: Portál, 2013. 568 s. ISBN 978-80-262-0367-4.
28. PŘÍHODA, V. *Reformní praxe školská*. Praha: Československá grafická unie, 1936. 161 s. ISBN 80-210-4142-0.
29. SÁRKÖZI, R. Projektové vyučování – 1. díl – Charakteristika. *Čtenářská gramotnost a projektové vyučování: webový portál pro učitele ZŠ* [online]. © 2010-2015 [cit. 2015-03-7]. Dostupné z <http://www.ctenarska-gramotnost.cz/projektove-vyucovani/pv-tipy/projektove-vyucovani-1>
30. SÁRKÖZI, R. Projektové vyučování – 2. díl – Začínáme s projekty. *Čtenářská gramotnost a projektové vyučování: webový portál pro učitele ZŠ* [online]. © 2010-2015 [cit. 2015-03-6]. Dostupné z <http://www.ctenarska-gramotnost.cz/projektove-vyucovani/pv-tipy/projektove-vyucovani-2>
31. SPILKOVÁ, V. *Jakou školu potřebujeme?*. 1. vyd. Praha: STROM, 1997. 31 s. ISBN 80-901954-2-3.
32. Škola BOV – co je BOV?. *Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity* [online]. © 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z [http://home.pf.jcu.cz/~bov/co\\_je\\_bov.php](http://home.pf.jcu.cz/~bov/co_je_bov.php)
33. ŠTURMA, J. Východiska NAP. *Státní zdravotní ústav* [online]. © 2011-2015 [cit. 2015-03-6]. Dostupné z <http://www.szu.cz/vychodiska>

34. ŠVECOVÁ, M. *Teorie a praxe zařazení školních projektů ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2001. 79 s. ISBN 80-246-0227-X.
35. TOMKOVÁ, A., KAŠOVÁ, J., DVOŘÁKOVÁ, M. *Učíme v projektech*. 1. vyd. Praha: Portál, 2009. 176 s. ISBN 978-80-7367-527-1.
36. VALENTA, J. a kol. *Projektová metoda ve škole a za školou: Pohledy*. 1. vyd. Praha: Ipos Artama, 1993. 61 s. ISBN 80-7068-066-0.
37. VOTAVA, M., BROUKAL, Z., VANĚK, J. *Lékařská mikrobiologie pro zubní lékaře*. Brno: NEPTUN, 2007. 567 s. ISBN 978-80-86850-03-0.
38. ZORMANOVÁ, L. *Výukové metody v pedagogice*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012. 160 s. ISBN 978-80-247-4100-0.
39. ŽANTA, R. *Projektová metoda: pokus o řešení pracovní školy*. 1. vyd. Praha: Literární sdružení učitelské, 1934. 53 s. ISBN neuvedeno.



## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

- 10.1 Záznamový arch vyplněný žáky skupiny č. 1 z první projektové hodiny
- 10.2 Záznamový arch vyplněný žáky skupiny č. 3 z druhé projektové hodiny
- 10.3 Nákres skupiny žáků č. 4 - kolonie bakterií vyrostlé na masopeptonovém agaru Petriho misky po týdenní kultivaci
- 10.4 Nákres skupiny žáků č. 2 - izolované čisté kultury (tři druhy bakterií) vyrostlé na masopeptonovém agaru Petriho misky po šestidenní kultivaci
- 10.5 Záznamový arch vyplněný žáky skupiny č. 3 z třetí projektové hodiny
- 10.6 Myšlenková mapa vyplněna žáky skupiny č. 3 při poslední reflektivní projektové hodině
- 10.7 Pracovní list vyplněný žáky skupiny č. 3 při poslední reflektivní vyučovací hodině
- 10.8 Skupinový dotazník k vyhodnocení úrovně skupinové práce

## 10.1 Záznamový arch vyplněný žáky skupiny č. 1 z první projektové hodiny

### ZÁZNAMOVÝ ARCH SKUPINY (vyplňuje zapisovatel)

Datum: 31.3

Téma hodiny: kontaminace agarových - půd

Členové

Role:	Jméno:
vedoucí	Jaroslav Sebesta
mluvčí	Tomáš Dobrovolný
zapisovatel	Rafael Fadijevici
laborant 1	Filip Zdeborský
laborant 2	Heřman Šora

Pomůcky pro dnešní hodinu:

Petriho misky s masapeptonovou agarovou půdou 2x

Materiál pro dnešní hodinu:

Ukazovačky Filipa Zdeborského a Tomáše Dobrovolného

Činnost skupiny:

Hádali jsme, co je na obrázcích, četli jsme a získávali důležité informace. Dostali jsme petriho misky a označili jsme je. Provedli jsme otisk ukazovačky na misce 1/1 (Filip Zdeborský) a poté 3/3 otisky na misce 1/1 (Tomáš Dobrovolný)

Co se nám v dnešní hodině podařilo/nepodařilo?

Podařilo se nám úspěšně označit petriho misky a obtisknout ukazovačky laborantů

Podpisy všech členů skupiny

R. Fadijevici Jaroslav Sebesta Tomáš Dobrovolný Filip Zdeborský Heřman Šora

## 10.2 Záznamový arch vyplněný žáky skupiny č. 3 z druhé projektové hodiny

### ZÁZNAMOVÝ ARCH SKUPINY (vyplňuje zapisovatel)

Datum: 8. dubna

Téma hodiny: izolace čisté kultury

#### Členové

Role:	Jméno:
vedoucí	Eliška Havlová
mluvčí	Natý Fišerová
zapisovatel	Miša Černá
laborant 1	Matěj Šenk
laborant 2	Matěj Cihlár

#### Pomůcky pro dnešní hodinu:

mikrobiologická křížka, petriho misky (2x)  
3 unášecích roztoků gelatin agaru

#### Materiál pro dnešní hodinu:

izolované bakterie z minulé hodiny

#### Činnost skupiny:

do Petriho misky rozetřít bakterie vyrostlé  
z minulé hodiny. Rozetřít 3 do 3 trojdelníků,  
do každého jinou bakterii.

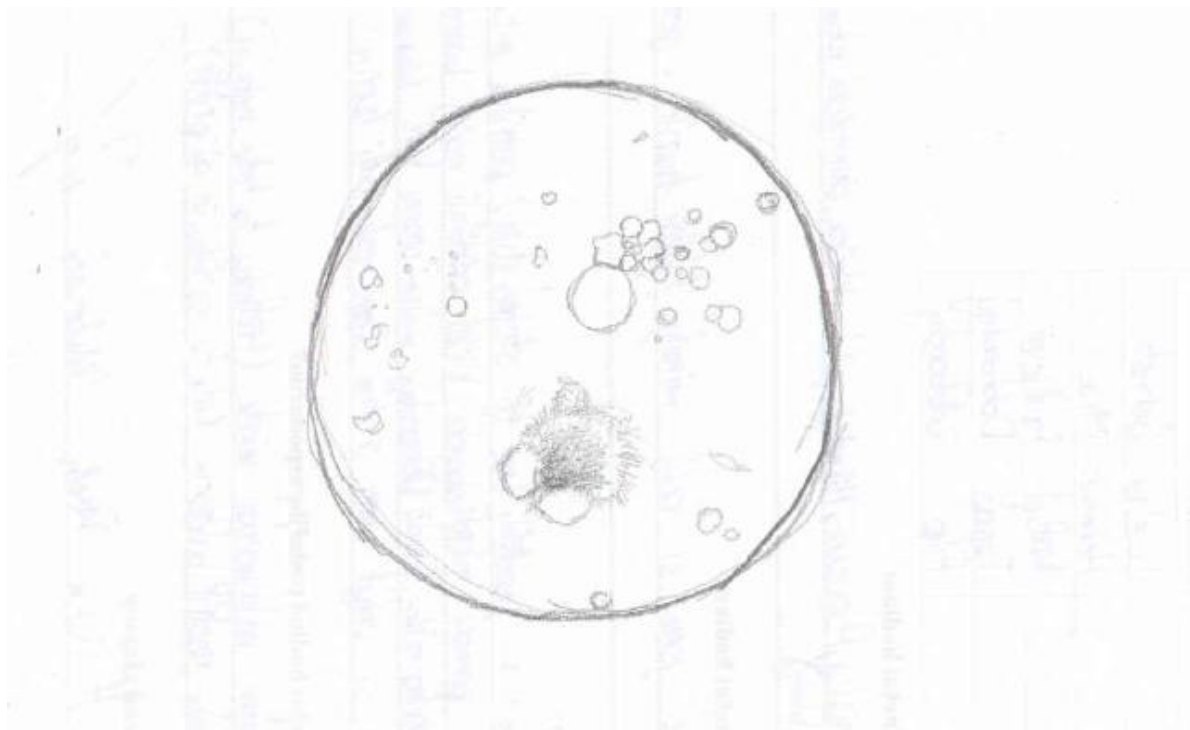
#### Co se nám v dnešní hodině podařilo/nepodařilo?

V dnešní hodině se nám podařilo přesunout  
vyrostlé bakterie do nových Petriho misek, které  
jsme nově popsalí. Laboranti ne nezkazili.

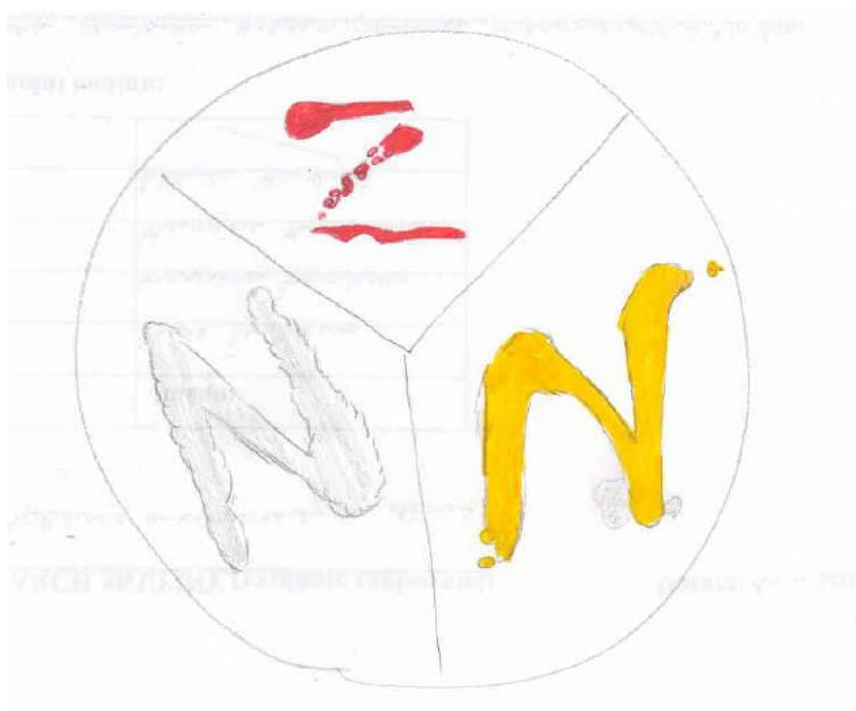
#### Podpisy všech členů skupiny

Havlová, Fišerová, Černá, Šenk, Cihlár

**10.3** Nákres skupiny žáků č. 4 - kolonie bakterií vyrostlé na masopeptonovém agaru Petriho misky po týdenní kultivaci



**10.4** Nákres skupiny žáků č. 2 - izolované čisté kultury (tři druhy bakterií) vyrostlé na masopeptonovém agaru Petriho misky po šestidenní kultivaci





**ZÁZNAMOVÝ ARCH SKUPINY (vyplňuje zapisovatel)** Datum: 14. dubna

**Téma hodiny:** Aplikace antibiotických disků

**Členové**

Role:	Jméno:
vedoucí	Eliška Havelová
mluvčí	Natý Fišerová
zapisovatel	Miša Černá
laborant 1	Maty Šenk
laborant 2	Maty Čihlář

**Pomůcky pro dnešní hodinu:**

Mueller-Hintonový (2x)  
 Petriho miska s agarovou krmnicí (2x)  
 pipeta fix mikrobiologická, klička, hokejky, aplikátor antibiotických disků

**Materiál pro dnešní hodinu:**

2 druhy bakterií

**Činnost skupiny:**

= pipetovat  
 nalít do pipety 1 ml destilované vody, dále odebrat mikrobiolog.  
 kličkou vzorek bakterie a dát k vodě do zkumavky → smíchat  
 vylij obsah ze zkumavky do Petriho misky, rozetřít hokejkou  
 suspenzi. Dále obtisknout aplikátorem a bakterie vzít

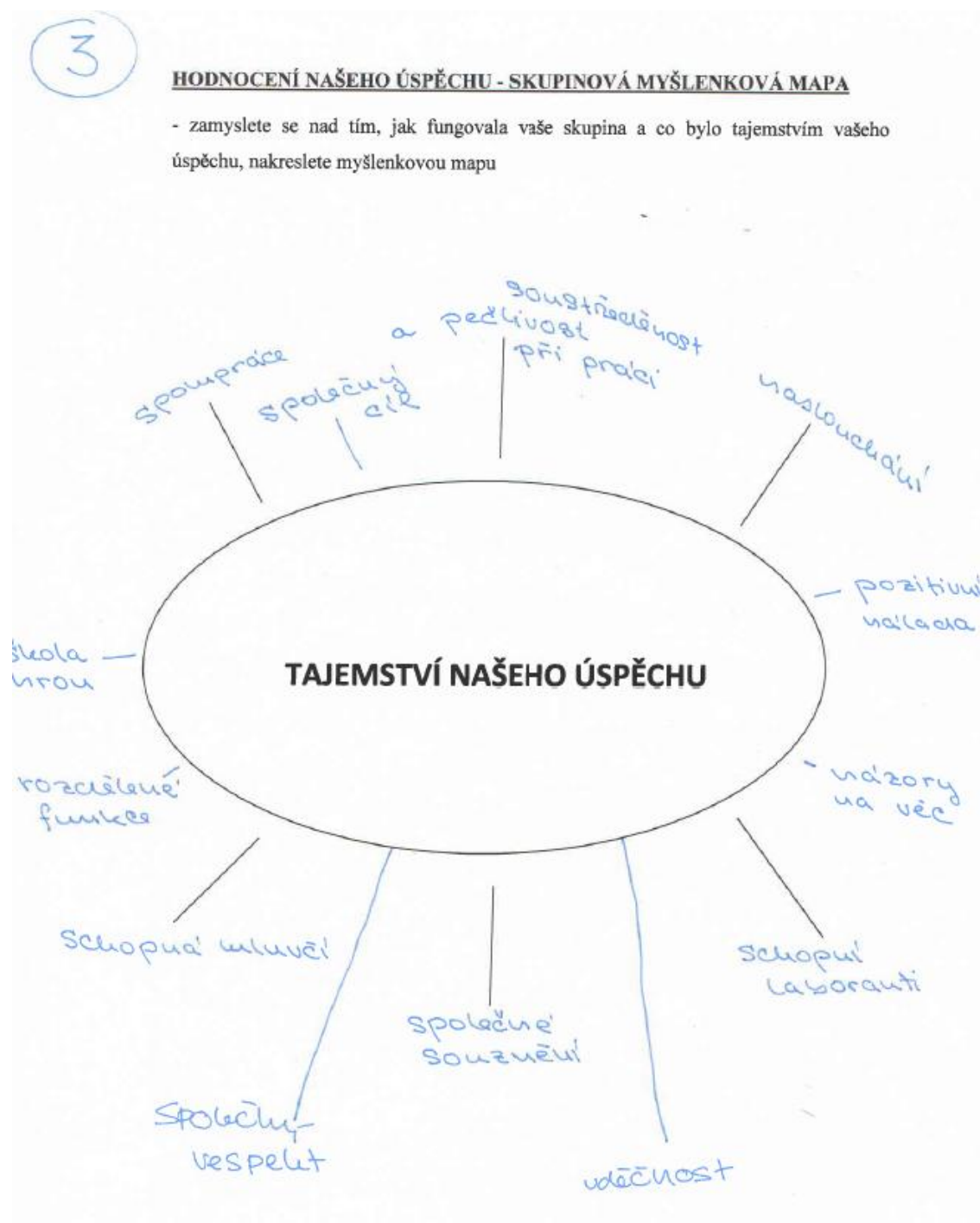
**Co se nám v dnešní hodině podařilo/nepodařilo?**

Odlet bakterie spolu s destilovanou vodou do nové Petriho misky.  
 Nic jsme nezískali!

**Podpisy všech členů skupiny**

Černá, Fišerová, Havelová, Čihlář, Šenk

10.6 Myšlenková mapa vyplněna žáky skupiny č. 3 při poslední reflektivní vyučovací hodině



## 10.7 Pracovní list vyplněný žáky skupiny č. 3 při poslední reflektivní vyučovací hodině

17. dubna

(3)

**Vyhodnocení projektu SÍLA ANTIBIOTIK**

Váš vědecký tým dospěl do zdárného konce. Nyní vás čeká odpovědět na základní výzkumné otázky na základě vašeho měsíčního šetření.

1) Co je to ATB?

antibiotika je oslabovač bakterií.

1) Působí ATB na mikroorganismy?

ano působí, protože bakterie jsou mikroorganismy.

2) Působila ATB na vaše bakterie ve skupině?

ano, ale pouze částečně..  
některým bylo rozšíření zabráněno, některým se to nepovedlo.

3) Jak působila různá ATB na váš vzorek?

PB působilo na náš vzorek nejsilněji  
300

SS působilo na náš vzorek nejmeně.  
300

## 10.8 Skupinový dotazník k vyhodnocení úrovně skupinové práce<sup>19</sup>

### **SKUPINOVÝ DOTAZNÍK**

**odpovězte na následující otázky jako tým**

- 1) Přispívali jsme všichni ve skupině myšlenkami a nápady?
- 2) Shodli jsme se na cílech pro skupinu a porozuměli jim?
- 3) Ověřili jsme si, že každý ve skupině rozumí tomu, co jsme dělali?
- 3) Když měl někdo ve skupině obtíže, poskytnuli jsme mu pomoc?
- 4) Pracovali jsme na projektu úspěšně či neúspěšně?
- 5) Příště bychom udělali jinak:

.....

.....

.....

.....

---

<sup>19</sup> Skupinový dotazník nakonec nebyl v rámci ověření projektu ve výuce a zjištění úrovně skupinové práce použit, ale byl nahrazen myšlenkovou mapou a řízenou diskuzí.



**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta**

**M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Evidenční list žadatelů o nahlédnutí do listinné podoby práce**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Poř. č.	Datum	Jméno a příjmení	Adresa trvalého bydliště	Podpis
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta**  
**M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby práce před její obhajobou**

Závěrečná práce:

Druh závěrečné práce:      Diplomová práce

Název závěrečné práce:      Mikrobiologický projekt s využitím diskové difuzní metody pro 2. stupeň ZŠ

Autor práce:                      Bc. Kateřina Kadlecová

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byla jsem seznámena se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Jsem si vědoma, že pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny dané práce lze pouze na své náklady.

V Praze dne .....

Jméno a příjmení žadatele	
Adresa trvalého bydliště	

.....

podpis